

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

**Mémoire présenté pour l'obtention**

**Du diplôme de Master Académique**

Par : MOKHTARI Chaima

GUELIEL Rihab

LATRECHE khawla

**Intitulé**

**Effet des acides organiques sur la morphométrie intestinale  
et certains paramètres hémato biochimiques chez la dinde  
de chair (*meleagris gallopavo*) dans la région de m'sila**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. FEREIDJA Mohamed lamine	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. BELAABAS Hadj	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. CHERIF Kamel	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2022/2023

# Dédicace

"وآخر دعوانهم أن الحمد لله رب العالمين"

Louange à Dieu jusqu'à ce que la louange atteigne sa satisfaction. Louange à Dieu, pour qui aucun effort n'a été accompli sans sa grâce, et le serviteur n'a surmonté les obstacles et les difficultés qu'avec son succès et son aide ,Louange à Dieu qui m'a destiné à atteindre ce jour.

Je dédie ce travail à :

♥ À ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

♥ À mon très cher père

Qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection, que dieu le garde et le protège.

♥ À ma sœur, ma seule et ma petite, **Rahma**, tu es la source de lumière dans ma vie.

♥ À mes très chers frères **Islam** et **Mohammed**, ma famille et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, surtout mon oncle **Hicham** qui m'a aidé et soutenu pendant que je faisais ce travail.

♥ À mes chers amis et collègues qui ont participé à la réalisation de ce travail : **G. Rihab** et **L. Khawla**

Chaima. M

# Dédicace

*Je remercie en premier lieu Allah le tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce travail En deuxième lieu mes chers parents pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.*

*À ma grand - mère **mebarka** pour sa douceur et sa gentillesse. A mes frères **Alla** et, **Soheyeb**, mes sœurs **Chaima**, **houda**, **chifaa** et **nada**.*

*À mes proches de la famille Gueliel.*

*À mon amis intime: **Chaima** et **khawla**, Qui sont toujours à mes cotés*

*Amon maitre et directeur de notre mémoire **Dr. Bellabes hadj** pour sa patience, son assiduité et ses précieux conseils qui aidé à la réalisation de ce travail.*

*À tous mes collègues et les enseignants de ma vie scolaire et spécialement ceux de la promotion de biochimie.*

**Rihab. G**

# Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

*Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers :*

*À mon cher père **Ali** et à ma mère bien-aimée **L. Nouara** ils sont la source de mes efforts et ma morale.*

*À mes sœurs : **Fatima, Samra, Halima et Anfal***

*À mes frères: **Adil, walid et Djellal***

*Enfants de mes frères et sœurs, surtout en mentionnant :**L. Ibtihal***

*que Dieu les garde La source de joie de bonheur.*

*À la femme de mon père : **B. charifa***

*À mon grand-mère **F. Delloula** Que Dieu prolonge sa vie.*

*Au corps d'amour le plus merveilleux dans toutes ses significations, c'était du soutien et du don. Il m'a beaucoup donné sous forme de patience, d'espoir et d'amour. Je ne dirai pas merci, mais je vivrai toujours l'action de grâce avec lui,*

*Si Dieu le veut, mon mari : **Belaada Mohamed** et à tous sa famille.*

*Et les chers de la famille **LATRECHE***

*À ma chère amie : **L. Besma***

*À ceux qui ont marché ensemble alors que nous ouvrons ensemble la voie vers le succès, main dans la main, alors que nous cueillons une fleur qui nous apprend à:*

***G. Rihab et M. Chaima***

**Khawla. L**

## **Remerciement**

*Nous remercions tout d'abord **ALLAH** tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à présenter nos profondes gratitude à notre promoteur **Dr. BELABBAS hadj***

*pour son aide, son encouragement, qui nous a fait bénéficier de son savoir, de*

*son expérience et de ses précieux conseils afin de perfectionner ce travail et d'avoir accepté*

*l'encadrement de ce mémoire. Que ce travail soit un témoignage de ma sincère gratitude et*

*mon profond respect.*

*Nous tenon à exprimer notre considération à **Mr. CHERIF Kamel**, d'avoir accepté d'examiner*

*ce travail et d'assurer la présidence du jury de Mémoire.*

*Notre reconnaissance va tout spécialement à **Mr. FEREIDJA Mohamed lamine** qui nous a fait*

*l'honneur en acceptant de participer à ce jury et de consacrer du temps à la lecture de ce  
manuscrit.*

*Nos remerciements et notre gratitude vont à l'équipe de techniciens supérieurs du Département*

*des sciences naturelles et de la vie, et nous mentionnons particulièrement mon prof (**HARRAR.***

***A**), qui a été la meilleure aide dans notre cheminement.*

*Nos remerciements particuliers à nos collègues, promotion 2023 de biochimie appliquée.*

*Enfin, nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, et à*

*tous ceux qui ont donné un coup de main ou des conseils pour mener à bien cette recherche.*

# Sommaire

Résumé .....	i
Liste des abréviations .....	ii
Liste des figures .....	iv
Annexes .....	iv
Liste des tableaux .....	v
Introduction .....	1
I. Généralités sur les acides organiques .....	3
I.1. Généralité .....	3
I.1.1. Définition .....	3
I.1.2. Origine .....	3
I.2. Classification et utilisations .....	3
I.2.1. Classification des acides organiques .....	3
I.2.2. Utilisation des acides organiques .....	4
I.3. Activité biologique des acides organiques .....	7
I.3.1. Activité antibactérienne des acides organiques .....	7
I.3.2. Activité antioxydante .....	7
I.3.3. Activité immunitaire .....	8
II. Rappel anatomique de l'appareil digestif .....	9
II.1. Etude anatomique de l'appareil digestif de la dinde .....	9
II.1.1. La cavité buccale .....	9
II.1.2. L'estomac .....	10
II.1.3. L'intestin grêle .....	10
II.1.3.3. L'iléon .....	11
II.1.4. Caecum .....	12
II.1.5. Le gros intestin .....	12
II. Les Paramètres biochimiques .....	13

IV.1. Protocole expérimental .....	14
IV.2. Matériels.....	14
IV.2.1. Le Produit utilisé.....	14
IV.2.2. Aliment.....	15
IV.2.3. Animaux.....	15
IV.2.3.1. Souches .....	15
IV.2.4. Pratiques générales de l'élevage .....	15
IV.2.4.1. Bâtiment d'élevage .....	15
IV.2.4.2. Température .....	15
IV.2.4.3. Eclairage.....	16
IV.2.4.4. Programme vaccinal.....	16
IV.2.5. Traitements expérimentaux.....	16
IV.3. Méthodes.....	16
IV.3.1. Etude des paramètres histologiques .....	16
IV.3.1.1. Objectif.....	16
IV.3.1.2. Prélèvement et fixation .....	16
IV.3.1.3. Coloration.....	17
IV.3.1.4. Méthode histologique "Microdissection".....	19
IV.3.2. Traitement des images .....	19
IV.3.3. Etude héματο biochimique.....	20
IV.3.3.1. Prélèvement sanguin .....	20
IV.3.3.2. Analyse biochimique.....	20
IV.3.4. Analyses statistiques .....	21
V.1. Résultats .....	22
V.1.1. Etude des paramètres histologiques .....	22
V.1.2. Etude des paramètres biochimiques .....	23
V.1.3. Etude des paramètres hématologiques .....	23

V.2. Discussion .....	24
V.2.1. Etude des paramètres histologiques .....	24
V.2.2. Etude des paramètres biochimiques .....	27
V.2.3. Etude des paramètres hématologiques .....	29
Conclusion.....	31
Références Bibliographiques.....	
Annexes .....	

## ملخص

لقد قمنا بإجراء دراسة تجريبية على الديوك الرومية اللاحمة من أجل معرفة اثار الأحماض العضوية (حمض البروبيونيك، بروبيونات الامونيوم، حمض الخليك وحمض النمل) في مياه الشرب على معايير التشكل المعوي وبعض المعايير البيوكيميائية الدموية. تم تقسيم إجمالي 90 صوص تسمين عمرها يوم واحد (اجناس مختلطة)، سلالة (B.U.T Medium) إلى مجموعتين: مجموعة شاهدة تناولت مياه الشرب بدون إضافات ومجموعة تجريبية تناولت مياه الشرب المكملة بالأحماض العضوية بمعدل 0,25 مل/ل. في عمر 20 يومًا، تم ذبح 5 ديوك تمثيلية من كل دفعة. تم إجراء تقنية التشريح المجهرى على جزء الاثني عشر للنسيج المعوي لهذه الديوك. تم قياس ارتفاع وعرض الزغابات وعمق الخبايا. بالمقارنة مع مجموعة الشاهدة، فإن المجموعة المكملة بالأحماض العضوية لديها ارتفاع جد معبر ( $p < 0.01$ ) في طول زغبات الاثني عشر. وبالمثل، زيادة معبرة ( $p < 0.05$ ) لعرضها. أظهرت نتائج تحليل المعايير البيوكيميائية للدم الذي تم إجراؤه في عمر 25 يومًا للديوك أن كريات الدم البيضاء فقط هي التي تأثرت بشكل جد معبر ( $p < 0.01$ ) بواسطة الأحماض العضوية. بالإضافة إلى ذلك، كانت هناك زيادة معبرة جد عالية ( $p < 0.001$ ) في إجمالي مستويات الألبومين والبروتين في المجموعة المعالجة مقارنةً بالشاهدة.

الكلمات المفتاحية: الأحماض العضوية، تقنية التشريح المجهرى، الديك الرومي اللاحم، المعايير الكيميائية الحيوية الدموية، قياس الأنسجة المعوية.

## **Abstract**

We conducted an experimental study on broiler turkeys to examine the effects of organic acid (propionic acid, ammonium propionate, acetic acid and formic acid) in the beverage water on intestinal histomorphometric and hemobiochemical parameters. A total of 90 one-day-old turkeys (mixed sexes), a breed (B.U.T Medium) were divided into two groups: a control group that received drinking water without additives, while the treated group was given drinking water supplemented with organic acids at the rate of 0.25ml/l. At 20 days of age, 5 representative turkey from each batch were sacrificed. A microdissection technique was performed on a duodenal segment of intestinal tissue from these turkeys. The height, the width of the villi and the depth of the Lieberkühn crypts were measured. Compared to the control batch, the batches supplemented with organic acid had a too significant increase ( $p < 0.01$ ) in the height of the duodenal villi. Similarly, a significant increase ( $p < 0.05$ ) in its width. The results of the analysis of the hemato-biochemical parameters taken at 25 days of age show that only the leukocytes are too significantly affected ( $p < 0.01$ ) by organic acids. In addition, a very highly significant increase ( $p < 0.001$ ) in total albumin and protein levels in the treated batch compared to the control batch.

**Keywords:** Organic acids, microdissection technique, broiler turkeys, hemato-biochemical parameters, intestinal histomorphometry.

## Résumé

Nous avons mené une étude expérimentale sur la dinde de chair pour étudier les effets des acides organiques (acide propionique, propionate d'ammonium, acide acétique et l'acide formique) dans l'eau de boisson sur les paramètres histomorphométriques intestinale ainsi que, le profil hémato biochimiques chez la dinde durant la phase de démarrage. Au total, 90 dindonneaux de chair d'1 jour (sexes mélangés), de souche (B.U.T Médiuns) ont été répartis en deux groupes : un groupe témoin a reçu une eau de boisson sans additif, alors que le groupe traité a été abreuvé avec une eau de boisson supplémentée en acides organiques à raison de 0.25ml/l. A l'âge de 21 jours, 5 dindonneaux représentatifs de chaque lot ont été sacrifiés. Une technique de microdissection a été réalisée sur un segment duodénil du tissu intestinal de ces dindonneaux. La hauteur, la largeur des villosités et la profondeur des cryptes de Lieberkühn ont été mesurées. Comparé au lot témoin, les lots supplémentés en acide organique avaient une augmentation trop significative ( $p < 0,01$ ) de la hauteur des villosités duodénil. De même, une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de sa largeur. Les résultats d'analyse des paramètres hémato biochimiques qu'ont été prélevés à 35 jours d'âge montrent que seulement les leucocytes sont trop significativement affectés ( $p < 0,01$ ) par les acides organiques. De plus, une augmentation très hautement significative ( $p < 0,001$ ) concernant le taux d'albumine et des protéines totaux chez le lot traité par rapport du lot témoin.

**Mots clés :** Acides organiques, technique de microdissection, dindes de chair, paramètres hématobiochimiques, histomorphométriques intesnale.

## Liste des abréviations

**±** : Plus ou moins

**°C** : Degré Celsius

**AC** : acide citrique

**AGCC** : acides gras à chaîne courte

**AOs**: acides organiques

**B.U.T**: British united turkey

**EDTA** : Acide éthylène-diamine-tétra acétique acide

**FCR** : feed conversion ratio

**g**: Gramme

**GIT** : tractus gastro-intestinal

**H** : Hauteur

**HDL**: high Density lipoprotein

**J**: Jour

**L**: Litre

**LDL**: low Density lipoprotein

**M<sup>2</sup>** : Mètre carré

**min** : minute

**ml** : milliliter

**mm** : Millimètre

**Mt** : millions de tonnes

**N.S**: Non significative

**OCDE** : Organisation de coopération et de développement économiques

**OEOH** : régime contenant 300 g d'acides organiques- huiles essentielles/1,000 kg d'aliment +3% coques d'avoine grossières.

**P** : Probabilité

**PH** : Potentiel hydrogène

**PLA** : phenyl lactic acid

**PLA1** : régime de base avec PLA 0,1%.

**PLA2** : régime de base avec PLA 0,2%.

**PLA3** : régime de base avec PLA 0,3%.

**SCFA**: Short chain fatty acids.

**SEM**: Standard error of the mean

**VLDL**: Very Low-Density lipoprotein

**μL** : Microliter

**μm** : Micromètre

## Liste des figures

Figure 1. Coupe latérale du tube digestif du poulet après autopsie.....	9
Figure 2. différents becs de volaille .....	10
Figure 3. Schéma des villosités et cryptes de Lieberkühn au niveau de l'intestin grêle .....	12
Figure 4. La solution de REEFTOX.....	14
Figure 5. Les produits utilisés pour la coloration.....	18
Figure 6. Villosité ( <b>Gx4</b> ) duodéнал isolé par microdissection à 20 j d'âge photographiées par le logiciel d'acquisition et d'analyse d'image (Optika™ Vision Pro Version 2.7) .....	19
Figure 7. Analyseur d'hématologie Swelab Alfa.....	21

## Annexes

Annexe 1. Fiche technique de dosage des triglycérides « SPINREACT ».....	
Annexe 2. Fiche technique sur le dosage de Cholestérol « SPINREACT ».....	
Annexe 3. Fiche technique sur le dosage des protéines totaux « SPINREACT ».....	
Annexe 4. Fiche technique sur le dosage de l'albumine « SPINREACT ».....	

## Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des acides organiques et de leurs propriétés, utilisés comme acidifiants alimentaires pour les porcs ou les volailles .....	4
Tableau 2. Les aliments utilisés Pendant la durée de l'expérience et leur composition. ....	15
Tableau 3. L'effet des acides organique sur les paramètres histologiques du duodénum de la dinde de chair à 21 jours d'âge. ....	22
Tableau 4. L'effet d'acides organiques sur les paramètres biochimiques de la dinde de chair à 35 jours d'âge. ....	23
Tableau 5. L'effet d'acides organiques sur les paramètres hématologiques de la dinde de chair à 35 jours d'âge. ....	23

# **INTRODUCTION**

## Introduction

L'aviculture joue un rôle social et culturel important. En effet, d'une part, elle représente une part importante de l'agriculture de subsistance générant des revenus dans les ménages ruraux, et d'autre part, l'élevage moderne, principalement de la dinde de chair, est une source importante de revenus pour une partie de la population (**N'Goran *et al.*, 2016**).

La viande de volaille est la première viande produite et consommée dans le monde en 2019, avec 129 millions de tonnes (Mt), devant, la viande bovine (70 Mt) et la viande ovine (15 Mt). Cette croissance du secteur des volailles est principalement due à la production du poulet qui, représente 90 % de la production mondiale en 2019 selon les données de l'OCDE tandis que, les productions de dinde (5 %) et de canard (4 %) restent plus modestes, même si elles suivent également une dynamique de croissance sur les 10 dernières années.

La viande de dinde est considérée comme la plus maigre, ne contenant que 10 % de matières grasses, tandis que le poulet (17,7 %) et le canard ont la teneur en matières grasses la plus élevée (18 %) (**Larbier & Leclercq, 1992**).

La filière avicole algérienne produit annuellement en moyenne 340 000 tonnes de viande blanche et plus de 4,8 milliards d'œufs. L'industrie est composée de 20 000 éleveurs qui emploient environ 500 000 personnes. La plupart des aliments et autres intrants sont importés et correspondent à 80 % des 2 500 000 tonnes d'aliments (généralement à base de maïs et de farine de soja) (**Alloui & Bennoune, 2013**). Les niveaux de production de viande blanche sont estimés à 8 kg par habitant, mais restent faibles par rapport à d'autres pays (**Fenardji, 1990**). La structure actuelle de la filière avicole algérienne découle des politiques gouvernementales de développement initiées dans les années 1980 (**Alloui & Bennoune, 2013**).

Ces dernières années, il y a eu une augmentation de l'utilisation d'acides organiques comme substituts des antibiotiques promoteurs de croissance, en raison de la crainte d'une résistance aux antibiotiques et des implications pour la santé humaine. Les acides organiques et leurs sels sont utilisés dans l'alimentation des volailles et dans l'eau potable depuis des décennies et semblent susciter une réponse positive en termes de performances de croissance (**Khan & Iqbal, 2016**).

Les traitements aux acides organiques composés d'acides individuels et de mélanges de plusieurs acides se sont avérés exercer des activités antimicrobiennes similaires à celles des antibiotiques (**Dibner & Buttin, 2002**). Un objectif important de l'acidification alimentaire est l'inhibition des bactéries intestinales en compétition avec l'hôte pour les nutriments disponibles, et une réduction des éventuels métabolites bactériens toxiques entraînant l'amélioration de la

digestibilité des nutriments, améliorant ainsi les performances de croissance des volailles (**Khan & Iqbal, 2016**).

La présente étude a été menée dans le but d'évaluer l'effet d'une supplémentation alimentaire en acides organiques dans l'eau de boisson sur la morphologie intestinale et certains paramètres hémato-biochimiques de la dinde durant la vie postnatale.

Notre travail divisé en deux parties :

1. Partie bibliographique comprend Trois volets :

- ✓ Généralités sur les acides organiques et leur effet sur les volailles.
- ✓ Rappel anatomique sur l'appareil digestif.
- ✓ Finalement, un aperçu sur les paramètres hémato-biochimiques.

2. Partie expérimentale dans laquelle nous avons évalué l'effet d'une solution des acides organiques sur les paramètres hémato-biochimiques et morphologiques.

**Partie bibliographique**  
**Chapitre I : Généralités sur**  
**les acides organiques**

## I. Généralités sur les acides organiques

### I.1. Généralité

#### I.1.1. Définition

Les acides organiques sont utilisés depuis longtemps sous leur forme naturelle. Ils sont des métabolites naturels des organismes vivants (**Liu et al., 2017**). Ils sont considérés comme étant tout acide carboxylique organique de structure générale R-COOH (y compris les acides gras et les acides aminés) (**Shahidi et al., 2014**). De plus, ce sont des composés de faible poids moléculaire qui contiennent un ou plusieurs groupes carboxyles et qui sont observés dans presque tous les micro-organismes. Ils ont de nombreuses applications dans les industries liées aux bio commodités telles que l'alimentation, les cosmétiques, les surfactants et les industries textiles (**Panda et al., 2016**). Généralement, les acides organiques sont des acides faibles et ne se dissolvent pas complètement dans l'eau (**Perminova et al., 2003**).

#### I.1.2. Origine

La production des AO (acides organiques) à des fins commerciales se fait soit par synthèse chimique, soit par fermentation, avec une préférence pour la fermentation en raison de son rendement élevé dans les processus microbiologiques. Les premières pratiques de production de l'acide acétique remontent à 1823 et celles de l'acide citrique à 1913. Mais la fermentation commerciale de la production d'acide citrique par le biais d'un traitement assisté par des microbes a commencé vers 1920. Au fil des ans, une myriade d'AO d'origine biosynthétique ont été produits, dont la plupart sont des bioproduits naturels de microbes, ou peuvent être attendus comme intermédiaires dans d'importantes voies métaboliques (**Alonso et al., 2015**).

### I.2. Classification et utilisations

#### I.2.1. Classification des acides organiques

Les AO sont répartis en plusieurs groupes, les plus courants constituent les acides carboxyliques, qui contiennent un ou plusieurs groupes carboxyles (-COOH), par exemple l'acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH), qui possède un groupe carboxyle. L'acide malique, ou acide cis-butènedioïque (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>) possède deux groupes carboxyles, et l'acide citrique (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) en possède trois groupes carboxyles. Comme la plupart des AO sont des acides faibles, ils jouent un rôle de tampon dans les solutions aqueuses et cette propriété est utilisée dans la production de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux (**Panda & Ray, 2015**). Le tableau 1 présente le nom commun, le nom chimique, la formule et le premier pKa des acides couramment utilisés comme acidifiants alimentaires chez les animaux monogastriques (**Dibner & Buttin, 2002**).

Tableau 1. Liste des acides organiques et de leurs propriétés, utilisés comme acidifiants alimentaires pour les porcs ou les volailles (**Dibner & Buttin, 2002**).

Acid	Chemical name	Formula	pKa
Formic	Formic acid	HCOOH	3.75
Acetic	Acetic acid	CH <sub>3</sub> COOH	4.76
Propionic	2-Propanoic acid	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	4.88
Butyric	Butanoic acid	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	4.82
Lactic	2-Hydroxypropanoic acid	CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH	3.83
Sorbic	2,4-Hexandienoic acid	CH <sub>3</sub> CH=CHCH=CHCOOH	4.76
Fumaric	2-Butenedioic acid	COOHCH=CHCOOH	3.02
Malic	Hydroxybutanedioic acid	COOHCH <sub>2</sub> CH(OH)COOH	3.40
Tartaric	2,3-Dihydroxy- Butane dioic acid	COOHCH(OH)CH(OH)COOH	2.93
Citric	2-Hydroxy-1,2,3-Propanetricarboxylic acid	COOHCH <sub>2</sub> C(OH)(COOH)CH <sub>2</sub> COOH	3.13
Benzoic	Benzene carboxylic acid	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	4.19

### I.2.2. Utilisation des acides organiques

Les AO sont depuis longtemps utilisés comme additifs alimentaires et conservateurs pour prévenir la détérioration des aliments et prolonger la durée de conservation des ingrédients alimentaires périssable (**Cherrington et al., 1991**). En outre, des pulvérisations d'acides ont été incorporées en tant qu'agents d'assainissement pendant la transformation de la viande (**Acuff et al., 1987; Cherrington et al., 1991; Dickson, 1992; Dorsa, 1997; Hardin et al., 1995**). La supplémentation alimentaire en AO pourrait améliorer l'intégrité de la structure intestinale, la fonction physiologique, l'immunité intestinale et la santé chez les volailles (**Ebeid & Al-Homidan, 2022**).

Certains AO, en particulier les acides gras à chaîne courte (SCFA), l'acétate, le propionate et le butyrate, sont produits en quantités milli molaires dans le tractus gastro-intestinal des animaux destinés à l'alimentation et des humains, et se produisent généralement à des concentrations élevées dans les régions où la microflore strictement anaérobie est prédominante (**DIXON & HAMILTON, 1981; Paster, 1979**).

### I.2.2.1. Effet des acides organiques sur le tractus gastro-intestinal des volailles

Une bonne santé intestinale dans l'industrie de la volaille est d'une grande importance pour atteindre les taux de croissance cibles et l'efficacité alimentaire (**Khan & Iqbal, 2016**). La supplémentation en acide organique a augmenté de manière significative la largeur, la hauteur et la surface des villosités du duodénum, du jéjunum et de l'iléon des poussins à griller à l'âge de 14 jours (**Kum et al., 2010; Rodríguez-Lecompte et al., 2012**). (**Garcia et al., 2007**), ont rapporté que les poulets nourris avec des régimes contenant de l'acide formique avaient les villosités les plus longues (1 273 et 1 250  $\mu\text{m}$  pour 0,5 et 1,0 % d'acide formique, respectivement) par rapport aux témoins (1 088  $\mu\text{m}$ ). De même, les cryptes du jéjunum étaient plus profondes chez les poulets nourris au régime d'acide formique (1,0 %) que chez les poulets nourris au régime d'antibiotiques dans la même expérience.

Dans certaines études, le sel d'AO a également amélioré de manière significative la hauteur des villosités dans le duodénum, le jéjunum et l'iléon. (**Paul et al., 2007**) ont constaté que l'histologie des parties intestinales a révélé que la supplémentation en sel d'acide organique (formiate d'ammonium et propionate de calcium) augmentait la hauteur des villosités de différents segments de l'intestin grêle, peut-être en réduisant la colonisation intestinale de bactéries pathogènes et non pathogènes. L'augmentation de la hauteur des villosités de différents segments de l'intestin grêle peut-être attribuée au rôle de l'épithélium intestinal en tant que barrière naturelle contre les bactéries pathogènes et les substances toxiques présentes dans la lumière intestinale. Les substances pathogènes provoquent des perturbations de la microflore normale ou de l'épithélium intestinal susceptibles d'altérer la perméabilité de cette barrière naturelle (**Khan, 2013**).

### I.2.2.2. Effet des acides organiques sur la digestibilité des nutriments

Les acides organiques normalement utilisés comme acidifiants dans les aliments pour volailles ont été considérés comme des alternatives intéressantes pour améliorer la digestibilité des nutriments (**Ghazalah et al., 2011**). Ces derniers suppriment la croissance des bactéries pathogènes intolérantes aux acides (**Dhawale, 2005**) et réduisent le pH dans l'estomac, ce qui améliore l'activité de la pepsine et augmente la digestibilité de l'azote, du phosphore et des minéraux (**Dibner & Buttin, 2002**). Il a été rapporté que les AO réduisent la production bactérienne de composants toxiques et modifient la morphologie de la paroi intestinale de la volaille d'une manière qui réduit la colonisation des agents pathogènes, empêchant ainsi les dommages aux cellules épithéliales (**Langhout, 2000**).

La protéolyse des protéines par la pepsine a produit des peptides qui activent la libération d'hormones dont la gastrine et la cholécystokinine. La sécrétion pancréatique augmentée par les

AO pour améliorer la production de suc pancréatique, ce qui a conduit à une meilleure digestion des protéines en raison de la forte concentration de trypsinogène, chymotrypsinogène A, chymotrypsinogène B, procarboxypeptidase A et procarboxypeptidase B (**Adil et al., 2011**). D'après (**Van Der Sluis, 2002**), l'effet positif des AOs sur la digestion était lié à un passage plus lent des aliments dans le tractus intestinal, une meilleure absorption des nutriments nécessaires et moins de déjections humides.

Selon (**Mahdavi et al., 2005**), l'influence de l'AO sur la production de volaille dépend de la flore intestinale et des températures environnementales. L'ajout d'AO à l'eau de boisson aide à réduire le niveau d'agents pathogènes dans l'eau et la culture/proventricule, à réguler la microflore intestinale, à augmenter la digestion des aliments et à améliorer les performances de croissance (**Chaveerach et al., 2004**).

Les AO non protégés ajoutés aux aliments pour volailles sont facilement digérés (**Sugiharto, 2016**), tandis que la préparation enrobée de graisse empêchait la dissociation des acides organiques dans l'estomac et aidait à traiter leur bioactivité vers les parties distales de l'intestin et à moduler efficacement la microflore intestinale et la morphologie des muqueuses chez les poulets (**Hu & Guo, 2007**).

### **I.2.2.3. Effet de l'acide organique sur les performances des poulets de chair**

Les mélanges d'AO pourraient être plus efficaces que certains promoteurs de croissance antibiotiques pour améliorer les performances des poulets de chair.

Les mélanges d'AO et la supplémentation en Enramycine ont considérablement amélioré le FCR. (**Fascina et al., 2012**) ont rapporté que l'utilisation d'un mélange d'acides organiques dans les régimes pour poulets de chair améliorerait ses performances par rapport au régime témoin à 42 jours d'âge et les acides organiques ont fourni de meilleures caractéristiques de carcasse.

Récemment, (**Hashemi et al., 2014**) a ajouté un mélange acidifiant (acides formique, phosphorique, lactique, tartrique, citrique et malique) dans l'alimentation des poulets de chair à raison de 0,15 %. Une augmentation du gain de poids corporel a été observée dans le groupe acide organique (2402 g) par rapport au groupe témoin (2276 g) à la fin des 42 jours d'expérience. Un tel impact positif des acidifiants alimentaires sur les performances de croissance pourrait être attribué à une réduction des valeurs de pH dans l'alimentation et le tube digestif, servant de barrière contre les organismes pathogènes sensibles aux faibles pH, l'effet antimicrobien direct, la réduction de la capacité tampon associées à l'amélioration de la digestibilité des nutriments (**Ghazalah et al., 2011**).

### I.3. Activité biologique des acides organiques

Les AO ont été signalés comme le meilleur complément pour la production porcine et avicole en améliorant les fonctions physiologiques, en stimulant le système immunitaire, en protégeant le GIT, en modifiant le microbiote et en réduisant le pH du GIT (**Dittoe *et al.*, 2018; Hamid *et al.*, 2018; Khan & Iqbal, 2016; Suiryanrayna & Ramana, 2015**).

#### I.3.1. Activité antibactérienne des acides organiques

La littérature montre que les acides gras à chaîne courte, les acides gras à chaîne moyenne et d'autres acides organiques ont une activité antimicrobienne plus ou moins prononcée, en fonction à la fois de la concentration de l'acide et de l'espèce bactérienne qui est exposée à l'acide (**Khan & Iqbal, 2016**). Plus important encore, l'inclusion d'AO dans les aliments pour animaux et l'eau peut inhiber les bactéries pathogènes, en compétition pour les nutriments avec l'hôte, et réduire les métabolites toxiques des bactéries. La supplémentation en AO au potentiel de retarder la croissance de bactéries pathogènes et zoonotiques, par exemple, *Salmonella* et *E. coli*, dans l'alimentation et le GIT des poulets. Cela entraîne un impact positif sur la santé des poulets et une amélioration des performances (**Nguyen *et al.*, 2020**).

En général, les cibles bactériennes potentielles des composés biocides comprennent la paroi cellulaire, la membrane cytoplasmique et des fonctions métaboliques spécifiques dans le cytoplasme associé à la réplication, à la synthèse des protéines et à la fonction (**Davidson *et al.*, 2012; Denyer & Stewart, 1998**). Bien que le(s) mécanisme(s) antibactérien(s) des AO ne soient pas entièrement compris, ils sont capables de présenter des propriétés bactériostatiques et bactéricides en fonction de l'état physiologique de l'organisme et des caractéristiques physicochimiques de l'environnement externe.

Des activités antibactériennes moins directes ont également été attribuées aux AO et comprennent l'interférence avec transport des nutriments, l'endommagement de la membrane cytoplasmique entraînant une fuite, la perturbation de la perméabilité de la membrane externe et l'influence sur la synthèse macromoléculaire (**Alakomi *et al.*, 2000; Cherrington *et al.*, 1991; Davidson *et al.*, 2012; Denyer & Stewart, 1998**).

#### I.3.2. Activité antioxydante

Les produits d'AO ont également été impliqués dans l'amélioration du statut antioxydant via l'activation d'enzymes antioxydantes et la réduction de la peroxydation lipidique (**Ebeid & Al-Homidan, 2022**). Les phénols, tels que : l'acide gallique (**Aruoma *et al.*, 1993; Pokorny *et al.*, 2001; Yen *et al.*, 2002**) ou l'acide férulique (**Pokorny *et al.*, 2001**) et leurs dérivés sont les antioxydants les plus importants. L'acide ascorbique et l'acide citrique ainsi que leurs dérivés sont

considérés comme des antioxydants potentiels (**Pokorny et al., 2001; Yen et al., 2002**). Le rôle des AO tels que l'acide ascorbique (**Arrigoni & De Tullio, 2002**) et l'acide lactobionique (**Alonso et al., 2013; Gutiérrez et al., 2012**) en tant qu'ingrédients bénéfiques pour la santé est très prometteur pour l'industrie alimentaire.

### **I.3.3. Activité immunitaire**

Plusieurs études ont démontré que les AO pouvaient stimuler la réponse immunitaire naturelle chez la volaille (**Khan & Iqbal, 2016**). Chez les poulets de chair, on suppose qu'il existe une relation étroite entre le statut immunitaire et leur constitution génétique, ce qui se traduit par une plus grande sensibilité à une réponse immunitaire compromise par rapport aux autres espèces d'oiseaux (**Emami et al., 2013**). Cependant, comme le taux de croissance des poulets de chair est rapide, leur niveau d'immunité ne se développe pas à la même vitesse, ce qui les rend sensibles à de nombreuses maladies infectieuses. Cette réponse est d'autant plus faible qu'il n'y a pas d'antibiotiques dans l'alimentation des poulets de chair. Les AO sont capables de moduler le nombre de bactéries pathogènes et peuvent donc contribuer à améliorer le statut immunitaire des poulets de chair. Une meilleure réponse immunitaire a été rapportée chez les poulets de chair nourris avec différents mélanges d'AO (**Abbas et al., 2013; Chowdhury et al., 2009; Houshmand et al., 2012; Scicutella et al., 2021; Yang et al., 2018**).

Un système immunitaire des oiseaux est complexe et est composé de plusieurs cellules et facteurs solubles qui doivent travailler ensemble pour produire une réponse immunitaire protectrice. Les principaux constituants du système immunitaire aviaire sont les organes lymphoïdes (**Khan & Iqbal, 2016**). L'amélioration du statut des immunoglobulines a également été constatée grâce à la supplémentation alimentaire en AO chez les poulets de chair (**Park et al., 2002**). (**Ghazalah et al., 2011; SA AF et al., 2008**) ont rapporté que les oiseaux nourris avec un régime enrichi en AOs avaient des organes immunitaires plus lourds (bourse de Fabricius et thymus) et également un niveau plus élevé de globuline dans leur sérum.

De même, une meilleure réponse immunitaire a également été rapportée en réponse à la supplémentation en AO chez les poulets de chair dans d'autres études. L'amélioration de la réponse immunitaire du poulet de chair pourrait être due à l'augmentation de la population de *Lactobacillus spp.* dans le tractus gastro-intestinal, qui a un effet positif sur le système immunitaire de l'hôte (**Emami et al., 2013**).

**Chapitre II : Rappel  
anatomique de l'appareil  
digestif**

## II. Rappel anatomique de l'appareil digestif

Comparées aux mammifères, les volailles présentent de nombreuses caractéristiques anatomiques et physiologiques. Par effet, cependant une grande hétérogénéité entre les diverses espèces d'oiseaux, le système digestif des volailles reste caractérisé par des adaptations au vol, même chez les espèces qui ont perdu cette capacité. Cette adaptation morphologique et fonctionnelle existe au niveau de tous les organes, notamment l'appareil digestif. Malgré les différents régimes alimentaires, le tube digestif a une forte capacité d'absorption, ce qui a permis de découvrir le métabolisme de base élevé de cette espèce.

### II.1. Etude anatomique de l'appareil digestif de la dinde

Anatomiquement, le système digestif des volailles se compose du bec, de la bouche édentée, de la gorge, de l'œsophage, du jabot, de l'estomac sécrétoire et musculaire, de l'intestin menant au cloaque, puis de l'anus. Il comprend bien entendu toutes les glandes accessoires : foie et pancréas. (Brugère-Picoux & Silim, 1992; Villate, 2001).

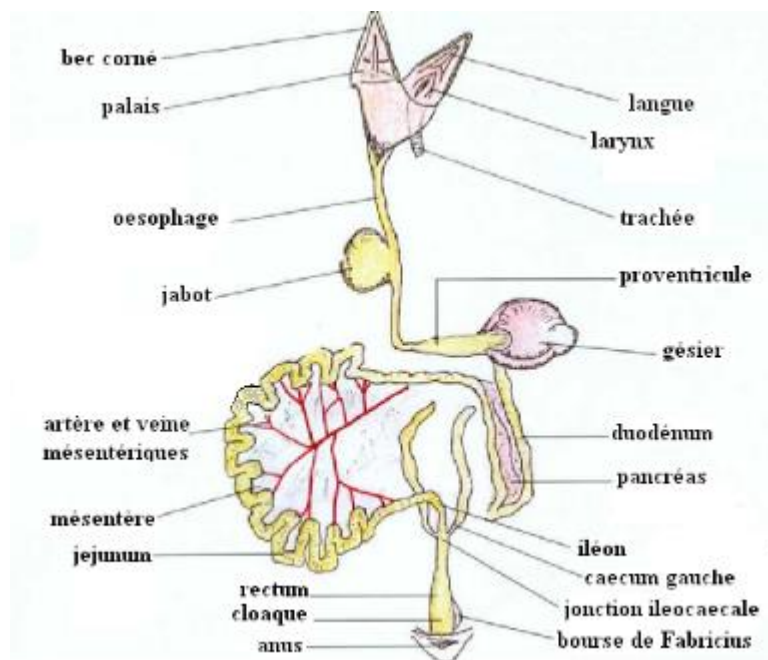


Figure 1. Coupe latérale du tube digestif du poulet après autopsie (Villate, 2001).

L'appareil digestif des volailles est formé par :

#### II.1.1. La cavité buccale

Elle n'a ni lèvres ni dents, mais a un bec corné qu'il utilise pour saisir et écraser quelque peu la nourriture. L'œsophage contient une saillie dont l'épithélium est riche en glandes muqueuses : le jabot. Cet organe stocke les aliments humides et ramollis et fonctionne chez les poulets nourris ad libitum (Fernandez & Ruiz Matas, 2003).

### II.1.1.1. Le Bec

Principalement utilisé pour attraper de la nourriture, le bec offre une grande variété de formes à travers les classes d'oiseaux, reflétant souvent une adaptation à un régime particulier. Le bec empilé du canard lui permet de filtrer le limon. Le bec conique fort (poule, dinde, canari, etc.) est le moins spécialisé, mais reflète une alimentation céréalière. Le bec est composé de deux parties: la maxille ou mandibule sur la face dorsale et ventralement la mandibule ou mandibule inférieure (Alamargot, 1982).

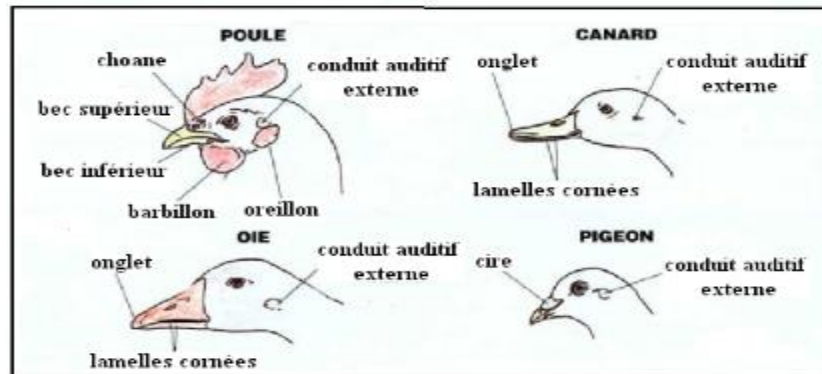


Figure 2. différents becs de volaille (Villate, 2001).

### II.1.1.2. L'œsophage

Un organe tubulaire musculo-muqueux qui transporte les aliments de la cavité buccale à l'estomac. Il se trouve alors dorsalement à droite de la trachée dans le trajet du cou. Chez certaines espèces, comme les poulets et les pigeons, avant d'entrer dans la cavité thoracique, ils gonflent dans un réservoir appelé culture. Dans sa partie intrathoracique, l'œsophage est médial et dorsal à la trachée. Toute la longueur de l'œsophage est tapissée d'une membrane muqueuse aux plis longitudinaux très prononcés (Alamargot, 1982).

### II.1.2. L'estomac

Il se compose de deux parties : l'estomac « chimique », le ventricule saccenturial, et l'estomac « mécanique », le gésier. Il a un pH très bas (2-3,5).

### II.1.3. L'intestin grêle

Un tube d'environ 1,2 m de long, dont les parois sont bien équipées de glandes sécrétoires et reçoivent principalement les sécrétions pancréatiques et hépatiques. Le pancréas du poulet est très développé et occupe l'espace entre les deux branches de l'anse duodénale. La sécrétion

pancréatique peut augmenter ou diminuer selon le besoin et le type d'apport alimentaire (**Fernandez & Ruiz Matas, 2003**).

L'intestin grêle possède également des glandes annexes et un diverticule : le foie et la vésicule biliaire, le pancréas, et le diverticule de Meckel.

### **II.1.3.1. Duodénum**

La partie de l'intestin qui suit l'estomac. Il commence au pylore et forme une grande boucle qui entoure le pancréas. Cette boucle est la partie la plus ventrale de l'intestin dans la cavité abdominale. Il contourne le gésier caudalement et est relié dorsalement au caecum. Le duodénum reçoit deux ou trois canaux pancréatiques et deux voies biliaires au même niveau papillaire. Cette position du mamelon marque la fin du duodénum et le début de l'iléon (**Alamargot, 1982; Villate, 2001**).

### **II.1.3.2. Jéjunum**

Divisé en deux parties :

- L'une proximale qui est la plus importante : tractus du Meckel, petit nodule, est parfois visible sur le bord concave de ses courbures.
- Une autre distale appelée fronde supraduodénale (**Alamargot, 1982; Villate, 2001**).

### **II.1.3.3. L'iléon**

Courte et droite, le diamètre et la longueur varient selon les espèces (**Alamargot, 1982; Villate, 2001**).

Les villosités sont présentes en grand nombre dans la muqueuse intestinale, qui sont des saillies de la muqueuse intestinale dans la lumière pour augmenter la surface d'absorption (**Hodges, 1974**). Aux niveaux des villosités on trouve les cryptes de Lieberkühn, formé par l'intussusception de la muqueuse intestinale (Figure 3). L'épithélium intestinal est constitué d'une seule couche de cellules, principalement des entérocytes, mais aussi des cellules caliciformes et des cellules entéroendocrines. Toutes ces cellules naissent au fond des cryptes et des villosités et migrent vers le haut des villosités par différenciation.

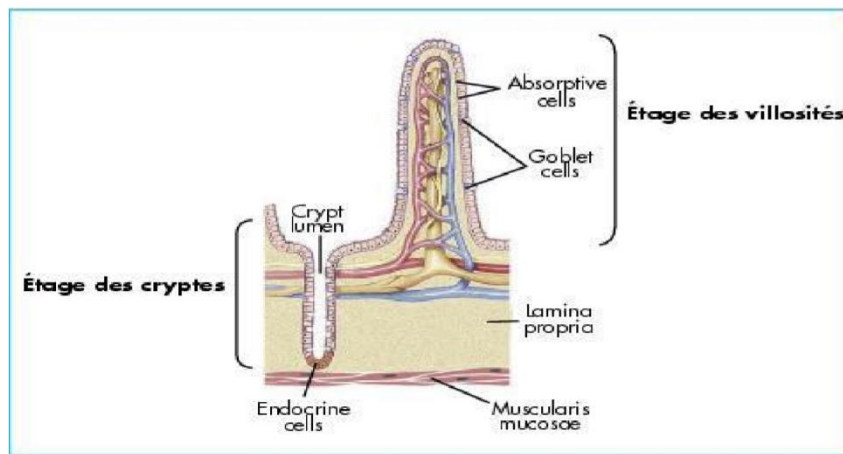


Figure 3. Schéma des villosités et cryptes de Lieberkühn au niveau de l'intestin grêle (Lorrot *et al.*, 2006).

#### II.1.4. Caecum

Chez les dindes, le caecum forme deux diverticules de même longueur situés à la jonction de l'iléon et du gros intestin. A l'entrée du caecum se trouve un sphincter qui détermine son ouverture. L'épithélium au niveau du sphincter est composé de longues villosités qui forment une sorte de filtre (Denbow, 2000).

#### II.1.5. Le gros intestin

Il est peu développé et a été réduit à deux caecums où, en effet, la fermentation bactérienne a lieu. Après le rectum court, on trouve le cloaque, la jonction des organes génitaux, des voies urinaires et du tractus intestinal. La longueur totale du tube digestif d'un poulet adulte est d'environ 2 m.

Chez le monogastrique, la salivation alimentaire a principalement une fonction lubrifiante. La nourriture pénètre dans l'estomac par l'œsophage, où le suc gastrique est excrété (Fernandez & Ruiz Matas, 2003).

# **Chapitre III : Les Paramètres biochimiques**

## II. Les Paramètres biochimiques

Les analyses biochimiques sont d'une importance cruciale pour la détection, le diagnostic et le suivi des patients, tant chez l'homme que chez l'animal. En fait, l'étude des constituants du sang joue un rôle vital dans l'évaluation de l'état physiologique, pathologique et nutritionnel d'un organisme. Elles permettent d'évaluer la présence de plusieurs métabolites et autres constituants dans le corps des animaux (**Etim et al., 2014**). Le profil biochimique du sérum fournit des informations précieuses sur la santé et l'état immunitaire des animaux (**Saqib et al., 2018**).

Le profil biochimique du sérum fournit des informations précieuses sur la santé et l'état immunitaire des animaux. Les valeurs de ces paramètres biochimiques sont influencées par l'espèce, l'âge, le sexe, la saison, la région géographique, la nutrition et les conditions physiologiques (**KOKORE et al., 2021**) et facteurs génotypiques chez les oiseaux (**Nosike et al., 2017**).

Mais généralement, un indice biochimique n'est pas spécifique à un organe, et des doses de plusieurs paramètres biochimiques doivent être combinées pour déterminer l'état d'un organe.

L'hématologie désigne l'étude du nombre et de la morphologie des éléments cellulaires du sang : les globules rouges (érythrocytes), les globules blancs (leucocytes) et les plaquettes (thrombocytes), et l'utilisation de ces résultats dans le diagnostic et le suivi des maladies (**Manual, 2012**).

Les études hématologiques sont utiles dans le diagnostic de nombreuses maladies ainsi que dans l'investigation de l'étendue des dommages causés au sang (**Onyeyili et al., 1991; Togun et al., 2007**). Les études hématologiques présentent un intérêt écologique et physiologique en aidant à comprendre la relation entre les caractéristiques du sang et le système de santé.

La relation entre les caractéristiques du sang et l'environnement (**Ovuru & Ekweozor, 2004**) et pourraient être utiles dans la sélection d'animaux génétiquement résistants à certaines maladies et conditions environnementales (**Isaac et al., 2013; Mmereole, 2008**).

Les paramètres hématologiques sont de bons indicateurs de l'état physiologique des animaux (**Khan & Zafar, 2005**). Elles sont les paramètres liés au sang et aux organes qui forment le sang (**Bamishaiye et al., 2010; Waugh & Grant, 2001**).

# **Partie Expérimentale**

# **Chapitre IV : Matériel et Méthodes**

## IV.1. Protocole expérimental

L'objectif de cette expérience, est d'étudier l'effet d'une solution des acides organiques sur les paramètres histomorphométriques de l'intestin ainsi que les paramètres hématologiques et biochimiques des dindonneaux éclos et élevés dans des conditions les plus représentatives possible des conditions commerciales. Pour y parvenir, des dindonneaux de 1j ont été obtenus dans un couvoir industriel situé à plus de 50 km du lieu d'élevage. La variabilité entre animaux, de la durée du temps entre éclosion et première alimentation, était donc représentative de ce qui peut être observé dans des élevages industriels. Les paramètres histologiques de l'intestin et le statut hématobiochimique ont été étudié sur 5 animaux représentatifs choisis au hasard à j21 et à j35 respectivement.

L'expérience s'est déroulée de 1 à 35 jours sur 90 dindes de chair de souche prémium" B.U.T Médium".

## IV.2. Matériels

### IV.2.1. Le Produit utilisé

Le Produit utilisé au cours de l'expérimentation était une solution commercialisée sous le nom : **REEFTOX** Liquide, est un produit synthétique contient une combinaison distincte d'acides organiques et Chaque 1 ml contient : Acide propionique 400 mg ; Propionate d'ammonium 100 mg ; Acide acétique 52,5 mg ; Acide formique 125 mg.



Figure 4. La solution de REEFTOX (Photo personnelle).

### IV.2.2. Aliment

Au cours de l'expérimentation, les animaux ont été nourris avec un régime équilibré à base de maïs et de soja, avec une composition adaptée à la période d'élevage (de démarrage), Les animaux étaient nourris *ad libitum* pour l'eau et les aliments.

Tableau 2. Les aliments utilisés Pendant la durée de l'expérience et leur composition.

Composants (%)	Maïs	Tourteaux de soja	Son de blé	Phosphate bi calcique	Complément minéralo-vitaminique	Calcaire
Démarrage (1-35j)	46%	46%	2,5%	3,3%	1%	1%

Source : Office national des aliments de bétail.

### IV.2.3. Animaux

#### IV.2.3.1. Souches

Les animaux utilisés Dans notre étude, étaient des dindonneaux de chair de souches (B.U.T Médioms).

### IV.2.4. Pratiques générales de l'élevage

Les sujets utilisés sont issus de couvoir prévit « EURL COQ HODHNA ». Ils ont été incubés selon les procédures standards d'incubation et ils ont été vaccinés contre la maladie de Newcastle, puis transportés jusqu'à leur bâtiment d'élevage, situé dans le nord Est de la wilaya de M'sila. Dès leurs arrivés, les dindonneaux ont été placés au sol, avec une densité moyenne de 5 sujets par m<sup>2</sup>.

#### IV.2.4.1. Bâtiment d'élevage

Le bâtiment d'élevage était un bâtiment de type obscur avec un sol en béton et équipé d'une ventilation statique. La litière du bâtiment était composée de copeaux de bois. Une évaluation régulière de l'état de la litière et de l'état sanitaire des animaux a été effectuée afin de s'assurer que ce procédé ne mettait pas en danger la santé des dindonneaux.

#### IV.2.4.2. Température

La température est garantie par des radiateurs à gaz et contrôlée en fonction de l'âge des dindonneaux. La température de la maison a été maintenue à 36°C pendant les deux premières semaines après la naissance des dindonneaux, puis a diminué de 2°C par semaine jusqu'à atteindre 32°C à 35 jours d'âge.

#### IV.2.4.3. Eclairage

Tout au long de l'expérience, du j1 (le jour de l'arrivée des dindonneaux) au j35 (jour de la fin du cycle de démarrage), la lumière a été continue (24h/24) pour stimuler la consommation d'aliment et d'eau, avec une intensité lumineuse avoisinant 5 Watts/m<sup>2</sup>.

#### IV.2.4.4. Programme vaccinal

Le programme de vaccination mis en place à la ferme couvre les principales maladies des dindes, à savoir : la rhinotrachéite infectieuse (IRT), l'entérite hémorragique et la maladie de Newcastle.

#### IV.2.5. Traitements expérimentaux

Dans notre étude deux traitements ont été envisagés :

- \* Un groupe témoin (TEM) recevant un aliment standard.
- \* Un groupe expérimental (EXP) nourris avec le même aliment que le témoin et avaient accès à une eau supplémentée avec une solution d'acides organiques à raison de 0.25ml/l pendant toute la période d'essai.

### IV.3. Méthodes

#### IV.3.1. Etude des paramètres histologiques

##### IV.3.1.1. Objectif

L'analyse histologique par microdissection (**Goodlad *et al.*, 1991**) permet de déterminer la morphométrie des villosités et des cryptes intestinales (hauteur, largeur de villosité et profondeur de crypte).

##### IV.3.1.2. Prélèvement et fixation

Cinq dindonneaux vivants ont été choisis au hasard, sacrifiés puis autopsiés à l'âge de 20J. Après la dissection, l'intestin grêle est prélevé dans sa totalité puis divisé en trois segments : le duodénum (du gésier aux canaux pancréatiques), le jéjunum (des canaux pancréatiques au diverticule de Meckel) et l'iléon (du diverticule de Meckel à la jonction iléo-caecal).

À partir l'échantillon prélevé :

- Couper un morceau du segment digestif situé au milieu du segment étudié (duodénum).
- Prélever 0.5 cm du segment maximum, pour que le rapport « volume de tissus / volume de formol » permet une fixation correcte, soit un rapport de 1/10.
- Couper le segment digestif longitudinalement.

-Nettoyage de l'échantillon prélevé : Eliminer les contenus digestifs avec du sérum physiologique (NaCl 9g/l) maintenu à température ambiante pendant les prélèvements :

\*Prendre le morceau d'intestin avec une pince.

\*Secouer le morceau dans un bécher contenant du sérum physiologique pour éliminer les contenus digestifs adhérents.

\*Renouveler l'opération dans deux autres béchers.

-Fixation dans le tampon formol : mettre le morceau de tissu dans le tube de tampon formol pré-rempli (maintenu au froid dans la glace), l'échantillon doit rester entre 4h et 20h maximum dans le tampon formol au froid (à 4°C).

-Lavages avant stockage dans l'éthanol 70% :

\*Vider le tampon formol dans un récipient adéquat (pour retraitement des déchets) en retenant l'échantillon avec une pince.

\*Remplir le tube avec 4mL d'éthanol 70% à la pipette en le faisant couler doucement le long de la paroi (pour ne pas abîmer l'échantillon).

\*Faire des cycles d'aspiration-refoulement de l'éthanol, de manière à mettre l'échantillon en suspension et favoriser le remplacement du tampon formol par l'éthanol.

\*Vider à nouveau dans le récipient pour retraitement des déchets et renouveler 2 autres fois les opérations.

\*Laisser les échantillons dans le dernier bain d'éthanol 70%.

-Conservation dans éthanol 70% (4°C) jusqu'à la coloration.

#### **IV.3.1.3. Coloration**

-Couper avec le bistouri un morceau de 0.5cm<sup>2</sup> à partir des échantillons conservés dans l'éthanol 70%.

- Introduire l'échantillon dans un tube de 5ml, dans lequel on fera la coloration et on conserve le reste de l'échantillon par sécurité dans son tube original avec la solution d'éthanol 70%.



Figure 5. Les produits utilisés pour la coloration (**Photo personnelle**).

- Déposer les morceaux découpés dans des tubes de 5ml avec 2ml du mélange Acide Acétique/Ethanol 25%/75%, laisser au moins 24 h.
- Réhydrater l'échantillon dans l'éthanol 50% pendant 15 min à température ambiante.
- Rinçage avec de l'eau distillée pendant 10 min à température ambiante.
- Les échantillons sont ensuite colorés par le Bleu alcian pH 2,5 (1 g de Bleu alcian, pH 2.5, 3 ml / L d'Acide Acétique et 97 ml d'eau distillée) pendant 30 min.
- Rinçage à l'eau déminéralisée pendant 10 min.
- Oxydation dans de l'acide périodique (5 g / L) pendant 5 min.
- Rinçage à l'eau distillée pendant 10 min.

- Coloration par le réactif Schiff pendant 10 min.
- Lavage 3 fois dans l'eau distillée.
- Conserver l'échantillon dans l'Acide Acétique 45% (2 ml) à 4°C.

#### IV.3.1.4. Méthode histologique "Microdissection"

##### IV.3.1.4.1. Technique

- Couper un segment plat de 4x4 mm de l'échantillon coloré et le disposer sur la lame numérotée (ajouter quelques gouttes d'Acide Acétique sur l'échantillon pour éviter qu'il sèche).
- Disséquer les villosités une à une soigneusement à l'aide des aiguilles fines et sous une loupe binoculaire, au moins dix villosités et dix cryptes par sujet.
- Pour fixer les villosités avec ses cryptes sur la lame, enlever l'excès d'Acide Acétique par capillarité à l'aide d'un papier, ajouter 2-3 gouttes du liquide de montage Merck et couvrir avec la lamelle.

#### IV.3.2. Traitement des images

Pour le prélèvement 10 villosités et 10 cryptes de Lieberkühn sont photographiées et mesurées en utilisant un microscope doté d'une caméra et un logiciel d'acquisition et d'analyse d'image (**Optika™ Vision Pro Version 2.7**).

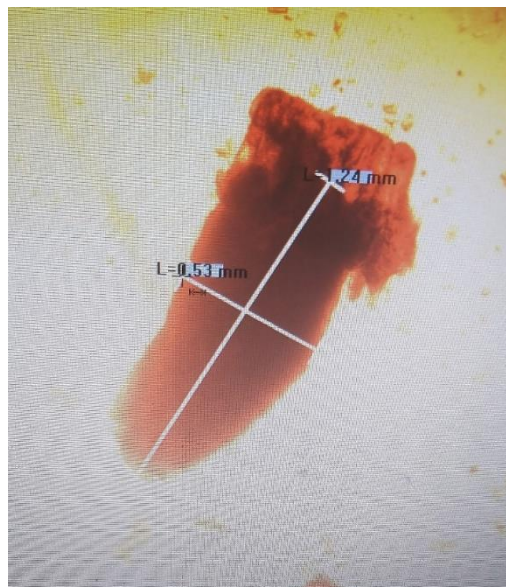


Figure 6. Villosité (**Gx4**) duodénal isolé par microdissection à 20 j d'âge photographiées par le logiciel d'acquisition et d'analyse d'image (**Optika™ Vision Pro Version 2.7**) (**Photo personnelle**).

### **IV.3.3. Etude héματο biochimique**

#### **IV.3.3.1. Prélèvement sanguin**

Les prélèvements sanguins ont été effectués à partir de la veine jugulaire chez tous les animaux. Une quantité de 4 ml a été prélevée et répartie équitablement dans le tube sec pour les analyses biochimiques et le tube à EDTA pour les analyses hématologiques. Les échantillons sont ensuite conservés et transportés vers le laboratoire d'analyse médicale.

##### **IV.3.3.1.1. Choix des analyses**

Un choix a été entrepris concernant les paramètres recherchés. Les analyses sélectionnées pour cette étude ont été en fonction de la disponibilité des réactifs du laboratoire, ainsi que de la faisabilité des techniques de dosage.

#### **IV.3.3.2. Analyses biochimiques**

##### **IV.3.3.2.1. Triglycérides**

###### **Technique de dosage :**

Les triglycérides sont des graisses neutres. Ce sont des esters de glycérol. Pour leur dosage, une technique enzymatique colorimétrique appelée aussi méthode en point final, déterminée selon les réactions suivantes :

La lecture se fait sur spectrophotomètre à longueur d'onde 505 nm, la concentration de quinone est proportionnelle à la concentration des triglycérides (**Annexe 1**).

##### **IV.3.3.2.2. Cholestérol**

###### **Technique de dosage :**

Le dosage du cholestérol total a été effectué par une méthode enzymatique colorimétrique appelée aussi méthode de Trinder ou en point final. Le cholestérol est mesuré après hydrolyse enzymatique puis oxydation. L'indicateur quinoneimine est formé à partir du peroxyde d'hydrogène et de l' amino 4 antipyrines en présence de phénol et de peroxydase.

La lecture se fait sur spectrophotomètre à longueur d'onde de 570 nm. La quantité de quinoneimine formée est proportionnelle à la concentration de cholestérol (**Annexe 2**).

##### **IV.3.3.2.3. Protéines totaux**

###### **Technique de dosage :**

Le dosage des protéines totaux a été effectué par une méthode enzymatique colorimétrique appelée aussi méthode de Biuret. En milieu alcalin, les protéines donnent une couleur

violette/bleue en présence de sels de cuivre ; ces sels contiennent de l'iodure qui agit comme un antioxydant.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de protéines totales dans l'échantillon testé (**Annexe 3**).

#### IV.3.3.2.4. L'albumine

##### Technique de dosage :

Le dosage de l'albumine a été effectué par une méthode de vert de bromocrésol. L'albumine se combine au vert de bromocrésol, à pH légèrement acide, entraînant un changement de couleur de l'indice, passant du jaune-vert au vert-bleuté, et proportionnel à la concentration d'albumine présente dans l'échantillon testé (**Annexe 4**).

#### III.3.3. Analyse hématologique

Les paramètres hématologiques dont les hématies, les leucocytes, l'hématocrite et l'hémoglobine ont été mesurées par l'analyseur d'hématologie Swelab Alfa, numéro de pièce 1400016.



Figure 7. Analyseur d'hématologie Swelab Alfa (**Photo personnelle**).

#### IV.3.4. Analyses statistiques

Tous les résultats relatifs aux changements des paramètres histologiques, ainsi que les paramètres hématobiochimiques sont exprimés en (moyenne  $\pm$ SEM). Leur comparaison a été traitée à l'analyse de variance à un facteur (ANOVA) au seuil de signification a été fixé à ( $P < 0,05$ ), en utilisant le logiciel **GraphPadPrism** version 7.

# **Chapitre V : Résultats et Discussion**

## V.1.Résultats

### V.1.1. Etude des paramètres histologiques

Dans cette partie, on va présenter les résultats de l'effet des acides organiques sur la structure morphologique de l'intestin ainsi que, le profile hémato-biochimique de dinde de chair.

Les variations des paramètres histologiques (hauteur et largeur des villosités, profondeur et largeur des cryptes) du duodénum de la dinde sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3. L'effet des acides organique sur les paramètres histologiques du duodénum de la dinde de chair à 21 jours d'âge.

Paramètres histologiques du duodénum	Lot (témoin)	Lot (traité)	Valeur P
<b>Hauteur des villosités (10<sup>3</sup>µm)</b>	<b>1,45±0,48</b>	<b>1,64±0,1**</b>	<b>0,0016</b>
<b>Largeur des villosités (10<sup>3</sup>µm)</b>	<b>0,43±0,062</b>	<b>0,57±0,075*</b>	<b>0,016</b>
<b>Profondeur des cryptes (µm)</b>	<b>248,18 ± 9,07***</b>	<b>156,96± 5,36</b>	<b>0,0005</b>
<b>Largeur des cryptes (µm)</b>	<b>65,17 ± 4,06**</b>	<b>55,17 ± 1,40</b>	<b>0,006</b>

Les valeurs représentent les moyennes ± SEM (n =5). \* : p < 0,05 ; \*\* : p < 0,01 ; \*\*\* : p < 0,001.

Sur la base des résultats présentés dans le tableau3, on observe une augmentation trop significative (p < 0,01) de la hauteur des villosités duodénale chez le lot traité par rapport au lot témoin.

Concernant la largeur villositaire, il y avait une différence significative (p < 0,05) a été observée dans le lot traité comparativement au lot témoin.

Pour les cryptes, les résultats expérimentaux montrent des profondeurs très hautement significative (p< 0,001) dans le lot témoin que lot traité. Notons ainsi une augmentation trop significative (p < 0,001) de la largeur des cryptes chez les animaux du lot témoin en comparaison avec celui du lot traité. Nous ressortons que l'incorporation des AO dans l'eau de boisson de la dinde de chair influence positivement et significativement la hauteur et la Largeur des villosités intestinales du lot traité.

### V.1.2. Etude des paramètres biochimiques

Les résultats relatifs aux analyses des paramètres biochimiques (cholestérol, triglycérides, protéine totaux et l'albumine) de la dinde de chair sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. L'effet d'acides organiques sur les paramètres biochimiques de la dinde de chair à 35 jours d'âge.

Paramètres biochimiques	Lot (témoin)	Lot (traité)	Valeur p
Cholestérol (g/l)	1,41 ± 0,39	0,82 ± 0,19	0,06 (N.S)
triglycerides (g/l)	0,8 ± 0,17	0,58 ± 0,18	0,14 (N.S)
Protéines totaux (g/l)	41,09 ± 1,11	66,56 ± 4,44 ***	0,0004
Albumine (g/l)	11,2 ± 0,64	16,67 ± 1,52***	0,0002

Les valeurs représentent les moyennes ± SEM (n =5). \*\*\*: p < 0,001.

L'analyse statistique de nos résultats n'a révélé aucun effet significatif (p > 0,05) des AO sur le taux du cholestérol et des triglycérides chez les dindonneaux du lot traité par rapport au témoin. Tandis que, une augmentation très hautement significative (p < 0,001) a été signalée concernant le taux d'albumine et des protéines totaux chez le lot traité par comparaison à lot témoin.

### V.1.3. Etude des paramètres hématologiques

Tableau 5. L'effet d'acides organiques sur les paramètres hématologiques de la dinde de chair à 35 jours d'âge.

Paramètres hématologiques	Lot (témoin)	Lot (traité)	Valeur p
Globules Blanc (10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	31,41±1,89	39,44±4,78 **	0,005
Globules Rouges (10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	2,24±1,18	2,29 ± 0,37	0,77 (N.S)
Hémoglobine (g/dl)	11,38 ± 0,31	11,08 ± 0,53	0,13 (N.S)
Hématocrit (%)	28,28 ± 0,52	28,93 ± 1,09	0,19 (N.S)

Les valeurs représentent les moyennes ± SEM (n =5). \*\*\*: p < 0,001.

Les l'analyse des paramètres hématologiques (leucocyte, Erythrocyte, hémoglobine et hématocrite) de la dinde de chair sont illustrées dans le tableau 5. D'après nos résultats nous pouvons constater que, seulement les leucocytes sont significativement affectés ( $p < 0,01$ ) par les acides organiques par rapport au lot témoin.

Cependant, les traitements diététiques n'ont eu aucun effet significatif entre les deux lots, concernant le nombre d'érythrocytes, le taux d'hémoglobine et l'hématocrite ; tout on remarque que, les données obtenues restent cantonnées à des valeurs très proches dans les deux lots sans aucune différence significative.

## V.2. Discussion

Les acides organiques et leurs sels sont utilisés dans l'alimentation des volailles et dans l'eau potable depuis des décennies et semblent susciter une réponse positive en termes de performances de croissance (**Khan & Iqbal, 2016**). Plusieurs études indépendantes ont rapporté les effets bénéfiques des acides organiques (**Adil et al., 2010; Paul et al., 2007**), les AO ont été signalés comme le meilleur complément pour la production porcine et avicole en améliorant les fonctions physiologiques, en stimulant le système immunitaire, en protégeant le GIT, en modifiant le microbiote et en réduisant le pH du GIT (**Dittoe et al., 2018; Hamid et al., 2018; Khan & Iqbal, 2016; Suiryanrayna & Ramana, 2015**).

### V.2.1. Etude des paramètres histologiques

L'étude de l'effet des acides organiques sur la morphométrie de l'intestin de la dinde durant la vie postnatale via la technique de microdissection, nous a permis de révéler un effet positif de cet additif alimentaire sur les paramètres histologique de l'intestin des dindonneaux à savoir la hauteur et la largeur des villosité intestinales.

Dans la présente étude, la hauteur et la largeur des villosités duodénales présentent des valeurs significativement plus importantes ( $p < 0,01$ ) chez les dindonneaux supplémentés en acides organique par comparaison à ceux du lot témoin.

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Paul et al. (2007)** qu'ont rapporté que la supplémentation en AO augmentait la taille des villosités duodénales.

Ainsi que, **Kum et al. (2010)** ont constaté que la supplémentation en acides organiques a fortement augmenté la surface d'absorption intestinale en favorisant la croissance des villosités en hauteur et en largeur à l'âge de 21 jours de vie dans les deux premiers segments intestinaux le duodénum et le jéjunum avec ( $p < 0,05$ ) et ( $p < 0,001$ ) respectivement; cet effet positif des acides organiques a été signalé aussi au niveau de troisième portion intestinale du poulet à 42 jour d'âge.

De plus, nos résultats, sont aussi en accord avec les travaux de **Adil et al. (2010)** qui ont trouvés que, la supplémentation alimentaire en acides organiques a augmenté de manière significative la hauteur des villosités dans le duodénum, le jéjunum et l'iléon, mais les valeurs n'étaient significatives que dans le duodénum et le jéjunum par rapport au groupe témoin. Notons de même que, les hauteurs les plus élevées des villosités duodénales, jéjunales et iléales ont été enregistrées chez les oiseaux nourris avec des régimes complétés respectivement par 3 % d'acide butyrique, 3 % d'acide fumarique et 2 % d'acide fumarique.

Nos résultats sont en accord avec les travaux antérieurs de **Loddi et al. (2004); Pelicano et al. (2005)**, qu'ont signalé une augmentation de la hauteur des villosités dans le duodénum et le jéjunum avec la plupart des acidifiants organiques qu'ils ont attribués. Ceci pourrait être expliquer par le fait que, les acides organiques réduisent la croissance de nombreuses bactéries intestinales pathogènes ou non pathogènes, diminuant la colonisation intestinale et les processus infectieux, réduisant finalement les réactions inflammatoires au niveau de la muqueuse intestinale, ce qui augmente la hauteur des villosités et les fonctions de sécrétion, de digestion et d'absorption des nutriments par la muqueuse.

Cependant, **Smulikowska et al. (2010)** ont constaté que, la hauteur des villosités et la profondeur des cryptes intestinale du poulet ont été affectés négativement par la supplémentation en acides organiques (acides lactique, formique et citrique). Tout en signalant une diminution remarquable de la hauteur des villosités ( $p < 0,001$ ) et de la profondeur des cryptes intestinale ( $p < 0,001$ ) ; Par ailleurs, dans notre étude nous avons démontré que l'acide organique améliore significativement la surface d'absorption intestinale suite à une augmentation significative de la hauteur des villosités intestinales.

Comme l'ont rapporté **Paul et al. (2007)**, la supplémentation en sel d'acide organique (formiate d'ammonium et propionate de calcium) augmentait la hauteur des villosités de différents segments de l'intestin grêle du poulet par rapport au groupe témoin, du fait de la réduction de la colonisation intestinale de bactéries pathogènes et non pathogènes.

**Xia et al. (2004)** ont également signalés que, la plupart des acidifiants organiques ajoutés au régime alimentaire du poulet induisaient une augmentation significative de la hauteur des villosités intestinales. De même, ils ont rapporté que, les modifications de la hauteur des villosités dans l'iléon étaient différentes selon l'utilisation de probiotiques (additifs microbiens viables dans l'organisme hôte) ou de prébiotiques (ingrédients alimentaires non digestibles stimulant la croissance et l'activité des bactéries bénéfiques dans le système digestif).

En revanche, **Smulikowska et al. (2010)** rapportent que, les acides organiques ont diminué significativement la hauteur et la largeur des villosités ainsi que la profondeur de la crypte ( $p < 0,001$ ).

De plus, **Garcia et al. (2007)** ont rapporté que, les poulets nourris avec des régimes contenant de l'acide formique avaient les villosités les plus longues (1 273 et 1 250  $\mu\text{m}$  pour 0,5 et 1,0 % d'acide formique, respectivement) par rapport aux témoins (1 088  $\mu\text{m}$ ).

Ainsi que, **Pelicano et al. (2005)** ont rapporté une hauteur de villosités plus élevée dans l'iléon avec le régime à base de sels d'acides organiques par rapport au régime nourri sans oligosaccharide de mannane + sel d'acide organique. Ces mêmes résultats ont été signalés durant notre expérimentation.

Il s'est avéré que, l'augmentation de la hauteur des villosités de différents segments de l'intestin grêle peut-être attribuée au rôle de l'épithélium intestinal en tant que barrière naturelle contre les bactéries pathogènes et les substances toxiques présentant dans la lumière intestinale. Les substances pathogènes provoquent des perturbations de la microflore normale ou de l'épithélium intestinal susceptibles d'altérer la perméabilité de cette barrière naturelle (**Khan, 2013**). Par conséquent, il y a une diminution de la hauteur des villosités, une augmentation du renouvellement cellulaire et une diminution des capacités digestives et d'absorption (**Pelicano et al., 2005**).

Selon **Awad et al. (2008)**, l'augmentation de la hauteur et de la surface des villosités permet une meilleure absorption des nutriments disponibles. De plus, **Ghazalah et al. (2011)** ont rapporté que, l'apport alimentaire de 0,5 % d'acide fumarique ou formique et de 0,75 % d'acide acétique ou 2 % d'acide citrique améliorait à la fois l'énergie métabolisable et la digestibilité des nutriments.

En ce qui concerne les cryptes ; ces derniers peuvent être considérées comme le site de production des entérocytes où les cellules souches se divisent pour permettre le renouvellement des villosités. Des cryptes plus profondes indiquent un renouvellement cellulaire rapide pour permettre le renouvellement des villosités selon les besoins, en réponse de l'érosion normale ou inflammatoire causée par des agents pathogènes ou par leurs toxines **Crosnier et al. (2006)**.

Selon **Hermes et al. (2008)**, la profondeur réduite des cryptes a probablement interféré avec le fonctionnement normal de la muqueuse, sa régénération et l'absorption des nutriments.

Dans la présente étude, les mesures morphométriques de l'intestin de la dinde indiquent que, la profondeur de cryptes est positivement affectée chez les dindonneaux du lot témoin par rapport à ceux du lot supplémenté par les AO, tout en signalant une différence très hautement significative avec ( $p < 0,001$ ). Ces résultats sont en nette concordance avec les travaux de **Adil et al. (2010)**,

qui ont trouvé que la profondeur de ces paramètres dans le duodénum, le jéjunum et l'iléon n'a pas été affectée dans les différents groupes de traitement avec les acides organiques.

De plus, **Choct (2009)** a constaté que, la profondeur la plus faible des cryptes a été observée chez les oiseaux supplémentés avec des AO. La diminution de la profondeur des cryptes par le régime AO pourrait s'expliquer par le fait que la crypte peut être considérée comme l'usine à villosités et qu'une crypte de grande taille indique un renouvellement rapide des tissus et une forte demande de nouveaux tissus.

Conformément à nos résultats, **Adewole et al. (2021)** ont indiqué que, la profondeur des cryptes n'a pas été affectée par la supplémentation en AOs dans la ration alimentaire du poulet. Cependant, **Frankel et al. (1994)** ont trouvé que les cryptes du jéjunum étaient plus profondes chez les oiseaux nourris avec un régime supplémenté d'acide formique (1,0 %) par comparaison à ceux nourris avec un régime d'antibiotiques (266 contre 186  $\mu\text{m}$ ) respectivement ( $p < 0,05$ ) dans la même expérience.

Dans une étude menée par **Hashemi et al. (2014)** sur l'effet des AO sur les paramètres histologiques des volailles, ils ont constaté que, la profondeur des cryptes a été nettement réduite par le traitement des AO ce qui est en accord avec nos résultats.

De même, **Scheppach et al. (1995)** avaient constaté que, les acides organiques stimulent la prolifération des cellules normales du crypte, et améliorent ainsi le renouvellement et l'entretien des tissus sains; ceci est en contradiction par rapport à nos résultats.

### V.2.2. Etude des paramètres biochimiques

Le bilan biochimique regroupe une série de tests sanguins qui permettent d'évaluer le bon fonctionnement de plusieurs organes et systèmes importants pour la santé.

Nos résultats relatifs à l'effet des AO sur les taux de cholestérol et de triglycérides chez la dinde durant la vie postnatale ne présentent aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les animaux supplémentés en AO par rapport à ceux du lot témoin.

Ces résultats sont en accord avec les travaux de **Hashemi et al. (2014)** qui ont trouvé que, les niveaux de cholestérol, de triglycérides et d'électrolytes (Na, K et Cl) dans le sérum sanguin du poulet n'ont pas été influencés par les traitements alimentaires aux jours 21 et 42 d'âge.

Une étude antérieure menée par **Yesilbag and Colpan (2006)** montre que le profil lipidique sérique des oiseaux nourris avec des régimes supplémentés en AO présentait un niveau plus faible de lipides totaux, de cholestérol et de lipoprotéines de faible densité (LDL) chez les animaux du lot expérimental par rapport au lot témoin.

De plus, **Gama et al. (2000)** ont indiqué que, certains paramètres sanguins (cholestérol, HDL, triglycérides, VLDL et concentrations de lipides totaux) n'ont pas été significativement affectés par le traitement d'AO alimentaires, ce que nous avons démontré durant l'analyse de nos résultats.

Contrairement à nos résultats **Dehghani and Jahanian (2012)** ont trouvé que, les AO (acide citrique et acide butyrique) ajoutés à l'alimentation du poulet de chair augmentaient le taux cholestérol sérique chez les poussins de 21 jours d'âge. De même, **Nezhad et al. (2008)**; **Vale et al. (2004)** ont rapporté que, les différents AO, tels que l'acide lactique, l'acide butyrique, l'acide formique, l'acide fumarique et l'acide citrique, ont des effets positifs sur les paramètres lipidiques chez les volailles.

Dans ce contexte, nos résultats sont similaires avec les travaux de **Abdo and Zeinb (2004)**, qu'ont conclu que, les lipides totaux et le taux de cholestérol sanguins ont diminué de manière significative grâce aux acidifiants alimentaires. Cela pourrait s'expliquer par le rôle bénéfique des AO dans la réduction du profil lipidique sanguin qui, peut être interprété par leur influence sur la diminution du pH intracellulaire microbien.

A propos des taux d'albumine et des protéines sériques totaux, nous avons souligné une augmentation très hautement significative ( $p < 0.001$ ) concernant ces deux paramètres biochimiques chez les dindonneaux du lot traité avec les AO par comparaison à ceux du lot expérimenté.

Ces résultats sont accord avec le travail de **Yesilbag and Colpan (2006)**, qu'ils ont rapporté que, la supplémentation en AO alimentaire à raison de (1,0 et 1,5 %) augmentait de manière significative la concentration en protéines sériques totales et en albumine chez les poules pondeuses.

De plus, **Baruah et al. (2009)** ont montré que, la supplémentation de l'acide citrique dans le régime alimentaire des oiseaux améliorait significativement ( $p < 0,01$ ) les taux des protéines sériques totales, d'albumine et de globuline.

Par contre, **Salgado-Trásito et al. (2011)** ont constaté que l'ajout de différents niveaux d'acide citrique aux rations du poulet de chair n'avait pas d'effet significatif sur les protéines sériques totales ainsi que le taux d'albumine.

D'après **Wiegertjes et al. (1996)** les protéines sériques telles que l'albumine et la globuline sont les principales protéines qui jouent un rôle important dans la réponse immunitaire. Il s'est avéré que l'augmentation des taux de ces paramètres biochimiques est associée à une réponse immunitaire plus forte.

De même, **Arslan and Saatci (2004)** ont signalés que, les taux des protéines totales et d'albumine ont été significativement augmentées chez les poules pondeuses recevant les doses plus élevées d'acides organiques (1,0% et 1,5%). Ces mêmes conclusions ont été soulignées chez les cailles japonaises recevant des bactéries (*Lactobacillus bulgaricus*) capables de produire de l'acide lactique comme probiotique.

Selon **SA AF et al. (2008)**, la supplémentation en AO pouvait être effectuée jusqu'à 3 % dans l'alimentation du poulet de chair sans causer d'effet indésirable sur les fonctions rénales et hépatiques.

### V.2.3. Etude des paramètres hématologiques

Les examens sanguins qui, sont fréquemment utilisés en médecine vétérinaire, constituent un examen complémentaire de choix dans de nombreuses circonstances pathologiques.

Nos résultats montrent une augmentation significative ( $p < 0,001$ ) du taux des globules blancs dans le lot traité par apport au témoin. Ceci se concorde avec les travaux de **Nasiroleslami and Torki (2010)**; **ZARE et al. (2007)** qu'ont signalés que, les globules blancs significativement augmentés par la supplémentation en AO à 21 et 42 jours d'âge, très probablement en raison de leurs interactions antimicrobiennes et de la stimulation du système immunitaire résultant en une meilleure immunité. De plus, les niveaux des globules blancs augmenté de manière significative à 21 et 42 jours d'âge dans les groupes supplémentés en acides organiques et en phytobiotiques, par rapport au groupe témoin (**Gilani et al., 2018**).

L'étude menée par **Wang et al. (2009)**, montre que, le nombre des globules blancs augmenté de manière significative dans le groupe traité par PLA1. Par contre, **Baruah et al. (2009)** ont signalés que, les traitements alimentaires n'ont pas eu d'effet significatif ( $p > 0,05$ ) sur la numération leucocytaire. Cela signifie qu'il n'y a pas de stress métabolique provoqué par les régimes alimentaires expérimentaux.

Selon **Soetan et al. (2013)**, les principaux rôles des globules blancs et de leurs différents sous-types sont de combattre les infections, de protéger l'organisme de l'invasion par des organismes étrangers grâce à la phagocytose et, de produire ou au moins de transporter et de distribuer des anticorps au cours de la réponse immunitaire. Par conséquent, les animaux ayant un faible nombre de globules blancs sont plus sensibles aux maladies. Tandis que, ceux qui en ont un grand nombre des leucocytes peuvent produire des anticorps pendant le processus de phagocytose et, ont des niveaux élevés de résistance aux maladies et d'adaptabilité aux conditions environnementales locales et aux maladies infectieuses.

L'analyse de nos résultats concernant l'effet des acides organique sur la numération érythrocytaire chez les dindonneaux ne présente aucun effet significative ( $p > 0,05$ ) entre les poussins traités avec les AO et ceux du lot témoin, ceci est en accord avec les publications de **Baruah et al. (2009)**, qui ont montrés que, l'utilisation d'un additif alimentaire à base d'acide citrique (3 %) n'a eu aucun effet sur la numération des globules rouges.

Contrairement à nos résultats, **Wang et al. (2009)** ont rapporté que le niveau de globules rouges était significativement plus élevé ( $p < 0,05$ ) dans le traitement PLA1 que dans les traitements PLA2 et PLA3.

Dans notre étude, le taux d'hémoglobine diminue de manière non significative ( $p > 0,05$ ) après l'ajoute des acides organique dans l'eau de boisson chez les dindonneaux. Cependant **Sattar et al. (2023)** ont soulignés que, le volume des cellules érythrocytaires et la concentration d'hémoglobine ont augmenté de manière significative ( $p < 0,01$ ) chez poulets de chair du groupe traités aux probiotiques et à l'acide organique par rapport au groupe témoin.

A propos du taux d'hématocrite chez les dindonneaux, l'analyse de nos résultats ne montre pas des différences significatives ( $p > 0,05$ ) entre le lot témoin et le lot expérimental ; ces résultats sont nettement différents de ceux obtenus par **Baruah et al. (2009)** qu'ont constatés que, les taux d'hémoglobine et l'hématocrite ont été améliorés de manière significative après l'utilisation d'un additif alimentaire à base d'acide citrique (3 %).

Nos résultats relatifs à l'effet des AO sur le profil hématologique chez la dinde sont nettement similaires à ceux obtenus par **Lim et al. (2010)** qui n'ont signalé aucune différence significative entre les paramètres hématologiques (nombre total de globules rouges, hématocrite, hémoglobine, volume corpusculaire moyen, hémoglobine corpusculaire moyenne et concentration corpusculaire moyenne d'hémoglobine) du tilapia du Nil nourri avec des régimes contenant différents niveaux d'acidifiants.

# **Conclusion**

## Conclusion

Plusieurs études rapportent les effets bénéfiques d'acides organiques quels que soient le type et le niveau d'acide utilisé sur l'amélioration des performances de croissance des volailles y compris la dinde de chair. Mais leur efficacité et la compréhension de leur mécanisme qui permet leur amélioration semble une voie envisageable.

Les résultats de notre étude ont montré que, la supplémentation en acides organiques chez les dindonneaux à raison de 0.25ml/l d'eau de boisson, durant la phase de démarrage, a un impact positif sur l'histologie de l'intestin grêle; cet effet révélé par une augmentation significative de la largeur et de la hauteur des villosités intestinales avec une diminution remarquable de la profondeur des cryptes; ce qui favorise l'amélioration de la surface d'absorption des nutriments chez la dinde de chair.

Une autre efficacité également était montrée par cet additif concernant les paramètres biochimiques, tel qu'ils agissent sur l'augmentation de taux des protéines totales et d'albumine. De même, nous avons pu souligner un effet spectaculaire des acides organiques sur le nombre des leucocytes chez les dindonneaux expérimentés.

En fin, les résultats de notre étude montrent que la supplémentation d'un mélange d'acides organiques influence de manière positive la santé, ainsi que, les performances de croissance de la dinde de chair durant la vie post-natale.

# **Références**

## **Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

- Abbas, G., Khan, S. H., & Rehman, H.-u. (2013). Effects of formic acid administration in the drinking water on production performance, egg quality and immune system in layers during hot season. *Avian Biology Research*, 6(3), 227-232.
- Abdo, M., & Zeinb, A. (2004). Efficacy of acetic acid in improving the utilization of low protein-low energy broiler diets. *Egypt Poult Sci*, 24, 123-141.
- Acuff, G., Vanderzant, C., Savell, J., Jones, D., Griffin, D., & Ehlers, J. (1987). Effect of acid decontamination of beef subprimal cuts on the microbiological and sensory characteristics of steaks. *Meat science*, 19(3), 217-226.
- Adewole, D. I., Oladokun, S., & Santin, E. (2021). Effect of organic acids-essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. *Animal Nutrition*, 7(4), 1039-1051.
- Adil, S., Banday, T., AHMAD BHAT, G., Salahuddin, M., Raquib, M., & Shanaz, S. (2011). Response of broiler chicken to dietary supplementation of organic acids. *Journal of Central European Agriculture*, 12(3), 0-0.
- Adil, S., Banday, T., Bhat, G. A., Mir, M. S., & Rehman, M. (2010). Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. *Veterinary medicine international*, 2010.
- Alakomi, H.-L., Skytta, E., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T., Latva-Kala, K., & Helander, I. (2000). Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. *Applied and environmental microbiology*, 66(5), 2001-2005.
- Alamargot, J. (1982). Appareil digestif et ses annexes, appareil respiratoire, appareil urinaire, nécropsie d'un oiseau, principales lésions des volailles, Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires, Ed. *Le point vétérinaire*, 15-129.
- Alloui, N., & Bennoune, O. (2013). Poultry production in Algeria: Current situation and future prospects. *World's Poultry Science Journal*, 69(3), 613-620.
- Alonso, S., Rendueles, M., & Díaz, M. (2013). Bio-production of lactobionic acid: current status, applications and future prospects. *Biotechnology advances*, 31(8), 1275-1291.
- Alonso, S., Rendueles, M., & Díaz, M. (2015). Microbial production of specialty organic acids from renewable and waste materials. *Critical reviews in biotechnology*, 35(4), 497-513.
- Arrigoni, O., & De Tullio, M. C. (2002). Ascorbic acid: much more than just an antioxidant. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1569(1-3), 1-9.
- Arslan, C., & Saatci, M. (2004). Effects of probiotic administration either as feed additive or by drinking water on performance and blood parameters of Japanese quail. *Archiv fur Geflugelkunde*, 68(4), 160-163.
- Aruoma, O. I., Murcia, A., Butler, J., & Halliwell, B. (1993). Evaluation of the antioxidant and prooxidant actions of gallic acid and its derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(11), 1880-1885.
- Awad, W., Ghareeb, K., & Böhm, J. (2008). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing *Enterococcus faecium* and oligosaccharides. *International journal of molecular sciences*, 9(11), 2205-2216.
- Bamishaiye, E., Muhammad, N., & Bamishaiye, O. (2010). Haematological parameters of albino rats fed on tiger nuts (*Cyperus esculentus*) tuber oil meal-based diet. *Internet Journal of Nutrition and Wellness*, 10(1).

- Baruah, K., Pal, A. K., Sahu, N. P., Debnath, D., Yengkokpam, S., Norouzitallab, P., & Sorgeloos, P. (2009). Modification of the immune responses (like increase in total serum protein, albumin, and globulin) due to various nutrients like starch, fatty acids, and proteins/amino acids have also been reported by various other authors. Dietary crude protein, citric acid and microbial phytase interacts to influence the hemato-immunological parameters of rohu, *Labeo rohita*, juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6), 824-831.
- Brugère-Picoux, J., & Silim, A. (1992). Manual of avian pathology.
- Chaveerach, P., Keuzenkamp, D., Lipman, L., & Van Knapen, F. (2004). Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poultry science*, 83(3), 330-334.
- Cherrington, C., Hinton, M., Mead, G., & Chopra, I. (1991). Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. *Advances in microbial physiology*, 32, 87-108.
- Choct, M. (2009). Managing gut health through nutrition. *British poultry science*, 50(1), 9-15.
- Chowdhury, R., Islam, K., Khan, M., Karim, M., Haque, M., Khatun, M., & Pesti, G. (2009). Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. *Poultry science*, 88(8), 1616-1622.
- Crosnier, C., Stamatakis, D., & Lewis, J. (2006). Organizing cell renewal in the intestine: stem cells, signals and combinatorial control. *Nature Reviews Genetics*, 7(5), 349-359.
- Davidson, P. M., Taylor, T. M., & Schmidt, S. E. (2012). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. *Food microbiology: fundamentals and frontiers*, 765-801.
- Dehghani, N., & Jahanian, R. (2012). Effects of dietary organic acid supplementation on immune responses and some blood parameters of broilers fed diets with different protein levels. *World's Poultry Science Journal*, 39, 569-575.
- Denbow, D. (2000). Gastrointestinal Anatomy and Physiology. *Sturkies Avian Physiology*. In: Academic Press, Massachusetts.
- Denyer, S. P., & Stewart, G. (1998). Mechanisms of action of disinfectants. *International biodeterioration & biodegradation*, 41(3-4), 261-268.
- Dhawale, A. (2005). Better eggshell quality with a gut acidifier. *Poultry International*, 44, 18-21.
- Dibner, J., & Buttin, P. (2002). Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of applied poultry research*, 11(4), 453-463.
- Dickson, J. S. (1992). Acetic acid action on beef tissue surfaces contaminated with *Salmonella typhimurium*. *Journal of Food Science*, 57(2), 297-301.
- Ditoe, D. K., Ricke, S. C., & Kiess, A. S. (2018). Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. *Frontiers in veterinary science*, 5, 216.
- DIXON, R. C., & HAMILTON, P. B. (1981). Effect of feed ingredients on the antifungal activity of propionic acid. *Poultry science*, 60(11), 2407-2411.
- Dorsa, W. J. (1997). New and established carcass decontamination procedures commonly used in the beef-processing industry. *Journal of Food Protection*, 60(9), 1146-1151.
- Ebeid, T. A., & Al-Homidan, I. H. (2022). Organic acids and their potential role for modulating the gastrointestinal tract, antioxidative status, immune response, and performance in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 78(1), 83-101.

- Emami, N. K., Naeini, S. Z., & Ruiz-Feria, C. (2013). Growth performance, digestibility, immune response and intestinal morphology of male broilers fed phosphorus deficient diets supplemented with microbial phytase and organic acids. *Livestock Science*, *157*(2-3), 506-513.
- Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, U., & Offiong, E. E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, *2*(1), 37-47.
- Fascina, V. B., Sartori, J. R., Gonzales, E., Carvalho, F. B. d., Souza, I. M. G. P. d., Polycarpo, G. d. V., Stradiotti, A. C., & Pelícia, V. C. (2012). Phytogenic additives and organic acids in broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *41*, 2189-2197.
- Fenardji, F. (1990). Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. *L'aviculture en Méditerranée, Montpellier, CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, 253-261.
- Fernandez, E., & Ruiz Matas, J. (2003). Technicien en élevage. *Cultural, SA Madrid*, 42-45.
- Frankel, W. L., Zhang, W., Singh, A., Klurfeld, D. M., Don, S., Sakata, T., Modlin, I., & Rombeau, J. L. (1994). Mediation of the trophic effects of short-chain fatty acids on the rat jejunum and colon. *Gastroenterology*, *106*(2), 375-380.
- Gama, N. M. S. Q., Oliveira, M. B. C. d., Santin, E., & Berchieri Junior, Â. (2000). Supplementation with organics acids in diet of laying hens. *Ciencia Rural*, *30*, 499-502.
- Garcia, V., Catala-Gregori, P., Hernandez, F., Megias, M., & Madrid, J. (2007). Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *Journal of applied poultry research*, *16*(4), 555-562.
- Ghazalah, A., Atta, A., Elkloub, K., Moustafa, M., & Riry, F. S. (2011). Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, nutrients digestibility and health of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, *10*(3), 176-184.
- Gilani, S. M. H., Zehra, S., Galani, S., & Ashraf, A. (2018). Effect of natural growth promoters on immunity, and biochemical and haematological parameters of broiler chickens. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *17*(4), 627-633.
- Goodlad, R. A., Levi, S., Lee, C. Y., Mandir, N., Hodgson, H., & Wright, N. A. (1991). Morphometry and cell proliferation in endoscopic biopsies: evaluation of a technique. *Gastroenterology*, *101*(5), 1235-1241.
- Gutiérrez, L.-F., Hamoudi, S., & Belkacemi, K. (2012). Lactobionic acid: a high value-added lactose derivative for food and pharmaceutical applications. *International Dairy Journal*, *26*(2), 103-111.
- Hamid, H., Shi, H., Ma, G., Fan, Y., Li, W., Zhao, L., Zhang, J., Ji, C., & Ma, Q. (2018). Influence of acidified drinking water on growth performance and gastrointestinal function of broilers. *Poultry science*, *97*(10), 3601-3609.
- Hardin, M. D., Acuff, G., Lucia, L., Oman, J., & Savell, J. (1995). Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. *Journal of Food Protection*, *58*(4), 368-375.
- Hashemi, S., Zulkifli, I., Davoodi, H., Hair Bejo, M., & Loh, T. (2014). Intestinal histomorphology changes and serum biochemistry responses of broiler chickens fed herbal plant (*Euphorbia hirta*) and mix of acidifier. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, *4*(1), 95-103.
- Hermes, C., Azevedo, J. F. d., Araújo, E. J. d. A., & Sant'Ana, D. d. M. G. (2008). Intestinal ascending colon morphometrics in rats submitted to severe protein malnutrition. *International Journal of Morphology*, *26*(1), 5-11.
- Hodges, R. D. (1974). *The histology of the fowl*. Academic Press.

- Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M., & Kamyab, A. (2012). Effects of non-antibiotic feed additives on performance, immunity and intestinal morphology of broilers fed different levels of protein. *South African Journal of Animal Science*, 42(1), 23-32.
- Hu, Z., & Guo, Y. (2007). Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132(3-4), 240-249.
- Isaac, L., Abah, G., Akpan, B., & Ekaette, I. (2013). Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits. Proceedings of the 18th annual conference of animal science association of Nigeria,
- Khan, S. (2013). Probiotic microorganisms-identification, metabolic and physiological impact on poultry. *World's Poultry Science Journal*, 69(3), 601-612.
- Khan, S. H., & Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of applied animal research*, 44(1), 359-369.
- Khan, T. A., & Zafar, F. (2005). Haematological study in response to varying doses of estrogen in broiler chicken. *International Journal of Poultry Science*, 4(10), 748-751.
- KOKORE, B. A., BLEYERE, N. M., KAMAGATE, S., & YAPO, P. A. (2021). Blood Biochemical Parameters Exploration in Broilers and Local Chickens in Korhogo, Côte d'Ivoire. *American Journal of Food and Nutrition*, 9(2), 82-86.
- Kum, S., Eren, U., Onol, A., & Sandikci, M. (2010). Effects of dietary organic acid supplementation on the intestinal mucosa in broilers. *Rev. Med. Vet*, 10, 463-468.
- Langhout, P. (2000). New additives for broiler chickens. *World poultry*, 16(3), 22-27.
- Larbier, M., & Leclercq, B. (1992). Nutrition et alimentation des volailles. *Nutrition et alimentation des volailles*, 1-358.
- Lim, C., Klesius, P. H., & Luckstadt, C. (2010). Effects of dietary levels of potassium diformate on growth, feed utilization and resistance to *Streptococcus iniae* of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. 14th International Symposium on Fish Nutrition and Feeding. Qingdao, China,
- Liu, J., Li, J., Shin, H.-d., Liu, L., Du, G., & Chen, J. (2017). Protein and metabolic engineering for the production of organic acids. *Bioresource Technology*, 239, 412-421.
- Loddi, M., Maraes, V., Nakaghi, I., Tucci, F., Hannas, M., & Arika, J. (2004). Mannan oligosaccharide and organic acids on performance and intestinal morphometric characteristics of broiler chickens. proceedings of the 20th annual symposium. Suppl,
- Lorrot, M., Vasseur, M., & Bourrillon, A. (2006). Physiopathologie de la diarrhée à rotavirus. *Médecine thérapeutique/Pédiatrie*, 9(1), 10-16.
- Mahdavi, A., Rahmani, H., & Pourreza, J. (2005). Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. *Int. j. poult. sci*, 4(7), 488-492.
- Manual, M. (2012). Haematologic reference ranges. *The Merck Veterinary Manual*.
- Mmereole, F. (2008). The effects of replacing groundnut cake with rubber seed meal on the haematological and serological indices of broilers. *International Journal of Poultry Science*.
- N'Goran, K., Loukou, N., Dago, D., Ouattara, D., Sidibé, M., & Vanga, A. (2016). Characteristics of village chicken production in farming system in Côte d'Ivoire: case of Korhogo area. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2(1), 78-85.

- Nasiroleslami, M., & Torki, M. (2010). Including essential oils of fennel (*Foeniculum vulgare*) and ginger (*Zingiber officinale*) to diet and evaluating performance of laying hens, white blood cell count and egg quality characteristics. *Advances in Environmental Biology*, 4(3), 341-345.
- Nezhad, Y. E., Sis, N. M., Shahryar, H. A., Dastouri, M., Golshani, A. A., Tahvildarzadeh, A., & Najafyan, K. (2008). The effects of combination of citric acid and microbial phytase on the egg quality characteristics in laying hens. *Asian J. Anim. Vet. Adv*, 3(5), 293-297.
- Nguyen, D. H., Seok, W. J., & Kim, I. H. (2020). Organic acids mixture as a dietary additive for pigs—A review. *Animals*, 10(6), 952.
- Nosike, R., Ukwu, H., Ezike, J., Amaefule, R., Nwakpu, O., Obi, O., Onunkwo, D., Obike, O., & Chukwu, B. (2017). Effect of genotype on haematology and biochemical parameters of F1 local chicken in the humid tropical environment. *Nigeria Agricultural Journal*, 48(1), 242-248.
- Onyeyili, P., Egwu, G., Jibike, G., PEPPLÉ, D., & Ohaegbulam, J. (1991). Seasonal variations in haematological indices in the grey breasted guinea fowl (*Numida Meleagris galeata pallas*). *Nigerian Journal of Animal Production*, 18, 108-110.
- Ovuru, S., & Ekweozor, I. (2004). Haematological changes associated with crude oil ingestion in experimental rabbits. *African Journal of Biotechnology*, 3(6), 346-348.
- Panda, S. K., Mishra, S. S., Kayitesi, E., & Ray, R. C. (2016). Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes. *Environmental research*, 146, 161-172.
- Panda, S. K., & Ray, R. C. (2015). Microbial processing for valorization of horticultural wastes. *Environmental microbial biotechnology*, 203-221.
- Park, J., Park, G., & Ryu, K. (2002). Effect of feeding organic acid mixture and yeast culture on performance and egg quality of laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 29(2), 109-115.
- Paster, N. (1979). A commercial scale study of the efficiency of propionic acid and calcium propionate as fungistats in poultry feed. *Poultry science*, 58(3), 572-576.
- Paul, S. K., Halder, G., Mondal, M. K., & Samanta, G. (2007). Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken. *The Journal of Poultry Science*, 44(4), 389-395.
- Pelicano, E. R. L., Souza, P. d., Souza, H. d., Figueiredo, D., Boiago, M., Carvalho, S., & Bordon, V. (2005). Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7, 221-229.
- Perminova, I. V., Frimmel, F. H., Kudryavtsev, A. V., Kulikova, N. A., Abbt-Braun, G., Hesse, S., & Petrosyan, V. S. (2003). Molecular weight characteristics of humic substances from different environments as determined by size exclusion chromatography and their statistical evaluation. *Environmental science & technology*, 37(11), 2477-2485.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. H. (2001). *Antioxidants in food: practical applications*. CRC press.
- Rodríguez-Lecompte, J., Yitbarek, A., Brady, J., Sharif, S., Cavanagh, M., Crow, G., Guenter, W., House, J., & Camelo-Jaimes, G. (2012). The effect of microbial-nutrient interaction on the immune system of young chicks after early probiotic and organic acid administration. *Journal of Animal Science*, 90(7), 2246-2254.

- SA AF, E.-S. M., El-Mednay, N., & Abdel-Azeem, F. (2008). Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *Int. J Poult Sci*, 7(3), 215-222.
- Salgado-Tránsito, L., Del Río-García, J., Arjona-Román, J., Moreno-Martínez, E., & Méndez-Albores, A. (2011). Effect of citric acid supplemented diets on aflatoxin degradation, growth performance and serum parameters in broiler chickens. *Archivos de medicina veterinaria*, 43(3), 215-222.
- Saqib, M. N., Qureshi, M. S., & Khan, R. U. (2018). Changes in postpartum metabolites and resumption of ovarian cyclicity in primiparous and multiparous dairy cows. *Applied Biological Chemistry*, 61(1), 107-111.
- Sattar, A., Nime, J., Azmal, S. A., Rahaman, A., Matin, S. M. A., Haque, A., Ullah, H., Hossen, L., & Ahmad, N. (2023). Effects of Probiotic and Organic Acids with Yeast Extract on Body Weight Gain and Hemato-Biochemical Parameters in Broilers.
- Scheppach, W., Bartram, H., & Richter, F. (1995). Role of short-chain fatty acids in the prevention of colorectal cancer. *European Journal of Cancer*, 31(7-8), 1077-1080.
- Scicutella, F., Mannelli, F., Daghigho, M., Viti, C., & Buccioni, A. (2021). Polyphenols and organic acids as alternatives to antimicrobials in poultry rearing: a review. *Antibiotics*, 10(8), 1010.
- Shahidi, S., Yahyavi, M., & Zare, D. (2014). Influence of dietary organic acids supplementation on reproductive performance of freshwater Angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Global Veterinaria*, 13(3), 373-377.
- Smulikowska, S., Czerwiński, J., & Mieczkowska, A. (2010). Effect of an organic acid blend and phytase added to a rapeseed cake-containing diet on performance, intestinal morphology, caecal microflora activity and thyroid status of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94(1), 15-23.
- Soetan, K., Akinrinde, A., & Ajibade, T. (2013). Preliminary studies on the haematological parameters of cockerels fed raw and processed guinea corn (*Sorghum bicolor*). Proceedings of 38th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production,
- Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2), 99-111.
- Suiryanrayna, M. V., & Ramana, J. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1), 1-11.
- Togun, V., Oseni, B., Ogundipe, J., Arewa, T., Hammed, A., Ajonijebu, D., & Mustapha, F. (2007). Effects of chronic lead administration on the haematological parameters of rabbits—a preliminary study. Proceedings of the 41st Conferences of the Agricultural Society of Nigeria,
- Vale, M. M. d., Menten, J. F. M., Morais, S. C. D. d., & Brainer, M. M. d. A. (2004). Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. *Scientia Agricola*, 61, 371-375.
- Van Der Sluis, W. (2002). Water quality is important but often overestimated. *World poultry*, 18(5), 26-32.
- Villate, D. (2001). Les maladies des volailles, L'appareil digestif. Paris: Edition: INRA.
- Wang, J., Yoo, J., Lee, J., Zhou, T., Jang, H., Kim, H., & Kim, I. (2009). Effects of phenyllactic acid on production performance, egg quality parameters, and blood characteristics in laying hens. *Journal of applied poultry research*, 18(2), 203-209.
- Waugh, A., & Grant, A. (2001). Ross and Wilson: Anatomy and physiology in health and illness.(9th International edition). In.

- Wiegertjes, G. F., Stet, R. M., Parmentier, H. K., & van Muiswinkel, W. B. (1996). Immunogenetics of disease resistance in fish: a comparative approach. *Developmental & Comparative Immunology*, 20(6), 365-381.
- Xia, M., Hu, C., & Xu, Z. (2004). Effects of copper-bearing montmorillonite on growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry science*, 83(11), 1868-1875.
- Yang, X., Xin, H., Yang, C., & Yang, X. (2018). Impact of essential oils and organic acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 4(4), 388-393.
- Yen, G.-C., Duh, P.-D., & Tsai, H.-L. (2002). Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food chemistry*, 79(3), 307-313.
- Yesilbag, D., & Colpan, I. (2006). Effects of organic acid supplemented diets on growth performance, egg production and quality and on serum parameters in laying hens. *Revue de médecine vétérinaire*, 157(5), 280-284.
- ZARE, S. A., ABD ELAHI, M., KAMYAB, A., & Nikkhah, A. (2007). Effect of different levels of bacterial probiotic on broilers performance and some of blood factors.

# **Annexes**

## Annexes



TRIGLYCERIDES

## Triglycérides

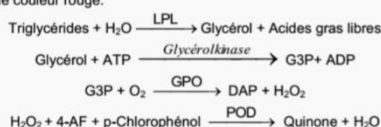
GPO-POD. Enzymatique colorimétrique

Détermination quantitative de triglycérides  
IVD

Conserver à 2-8°C

## PRINCIPE DE LA METHODE

Les triglycérides incubés avec de la lipoprotéinase (LPL) libèrent du glycérol et des acides gras libres. Le glycérol est phosphorylé par du glycérophosphate déshydrogénase (GPO) et de l'ATP en présence de glycérol kinase (GK) pour produire du glycérol-3-phosphate (G3P) et de l'adénosine-5-di phosphate (ADP). Le G3P est alors transformé en dihydroxiacétone phosphate (DAP) et en peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) par le GPO. Au final, le peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) réagit avec du 4-aminophénazone (4-AF) et du p-chlorophénol, réaction catalysée par la peroxydase (POD), ce qui donne une couleur rouge:



L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de triglycérides présents dans l'échantillon testé<sup>1,2,3</sup>.

## SIGNIFICATION CLINIQUE

Les triglycérides sont des graisses qui fournissent à la cellule son énergie. Tout comme le cholestérol, ils sont transportés vers les cellules de l'organisme par les lipoprotéines du sang.

Un régime fort en graisses saturées ou en carbohydrates peut élever les niveaux de triglycérides.

Leur augmentation est relativement neutre. Diverses maladies, telles que certaines dysfonctions hépatiques (cirrhose, hépatite, obstruction biliaire) ou diabètes mellitus, peuvent être associées à des hausses de triglycérides<sup>3,6,7</sup>. Le diagnostic clinique doit tenir compte des données cliniques et de laboratoire.

## REACTIFS

<b>R 1</b>	GOOD pH 7,5	50 mmol/L
Tampon	p-Chlorophénol	2 mmol/L
<b>R 2</b>	Lipoprotéine lipase (LPL)	150000 U/L
	Glycérol kinase (GK)	500 U/L
	Glycérol-3-oxydase (GPO)	2500 U/L
	Peroxydase(POD)	440 U/L
	4 - Aminophénazone (4-AF)	0,1 mmol/L
ATP	0,1 mmol/L	
<b>TRIGLYCERIDES CAL</b>	Patron primaire de détection de triglycérides	200 mg/dL

## PREPARATION

Réactif de travail (RT): Dissoudre (→) le contenu d'une capsule d'enzymes R 2 et un flacon de tampon R 1.

Réf: 1001310 Réactif de travail (RT): Reconstituer (→) le contenu d'une capsule d'enzymes R 2 dans 10 mL de tampon R 1.

Refermer et agiter doucement jusqu'à ce que le contenu soit dissout. Stabilité du R: 6 semaine au réfrigérateur (2-8°C) ou une semaine à 15-25°C.

## CONSERVATION ET STABILITE

Tous les composants du kit sont stables jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette, et si les flacons sont maintenus hermétiquement fermés à 2-8°C, à l'abri de la lumière et des sources de contamination. Ne pas utiliser les réactifs en dehors de la date indiquée.

## Indices de détérioration des réactifs:

- Présence de particules et turbidité.
- Absorption (A) du blanc à 505 nm  $\geq 0,14$ .

## MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE

- Spectrophotomètre ou analyseur pour les lectures à 505 nm.
- Cuvettes de 1,0 cm d'éclairage.
- Equipement classique de laboratoire.

## ECHANTILLONS

Sérum ou plasma héparinisé ou EDTA<sup>1</sup>. Stabilité de l'échantillon : 5 jours à 2-8°C.

## PROCEDURE

- Conditions de test:  
Longueur d'ondes: 505 nm (490-550)  
Cuvette: 1 cm d'éclairage  
Température: 37°C/15-25°C
- Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée
- Pipetter dans une cuvette:

	Blanc	Modèle	Echantillon
RT (mL)	1,0	1,0	1,0
Modèle (Remarque 1, 2) (µL)	--	10	--
Echantillon (µL)	--	--	10

- Mélanger et incubé 5 minutes à 37°C ou 10 min. à température ambiante.
- Lire l'absorption (A) du patron et l'échantillon, en comparaison avec le blanc du réactif. La couleur reste stable pendant au moins 30 minutes.

## CALCULS

$$\frac{(A) \text{Echantillon}}{(A) \text{Modèle}} \times 200 (\text{modèle conc.}) = \text{mg/dL de triglycéride dans l'échantillon}$$

Facteur de conversion: mg/dL x 0,0113 = mmol/L.

## CONTROLE DE QUALITE

Il est conseillé d'analyser conjointement les échantillons de sérum dont les valeurs ont été contrôlées: SPINTROL H Normal et pathologique (Réf. 1002120 et 1002210).

Si les valeurs se trouvent en dehors des valeurs tolérées, analyser l'instrument, les réactifs et le calibre.

Chaque laboratoire doit disposer de son propre contrôle de qualité et déterminer les mesures correctives à mettre en place dans le cas où les vérifications ne correspondraient pas aux attentes.

## VALEURS DE REFERENCE

Hommes: 40 – 160 mg/dL  
Femmes: 35 – 135 mg/dL

Ces valeurs sont données à titre d'information. Il est conseillé à chaque laboratoire de définir ses propres valeurs de référence.

## CARACTERISTIQUES DE LA METHODE

Gamme de mesures: Depuis la limite de détection de 0,000 mg/dL jusqu'à la limite de linéarité de 2200 mg/dL.

Si la concentration de l'échantillon est supérieure à la limite de linéarité, diluer 1/2 avec du ClNa 9 g/L et multiplier le résultat final par 2.

## Précision:

Moyenne (mg/dL)	Intra-série (n=20)		Inter-série (n=20)	
	103	219	103	217
SD	0,41	0,93	3,74	7,80
CV (%)	0,39	0,43	3,62	3,59

Sensibilité analytique: 1 mg/dL = 0,00137 A.

Exactitude: Les réactifs SPINREACT (y) ne montrent pas de différences systématiques significatives lorsqu'on les compare à d'autres réactifs commerciaux (x).

Les résultats obtenus avec 50 échantillons ont été les suivants:

Coefficient de corrélation (r): 0,99760.

Equation de la Courbe de régression:  $y=0,905x+10,77$ .

Les caractéristiques de la méthode peuvent varier suivant l'analyseur employé.

## INTERFERENCES

Aucune interférence n'a été relevée avec bilirubine jusqu'à 170 µmol/L et hémoglobine jusqu'à 10 g/L<sup>2</sup>.

Différentes drogues ont été décrites ainsi que d'autres substances qui peuvent interférer lors de la détermination de la triglycérides<sup>4,5</sup>.

## REMARQUES

- TRIGLYCERIDES CAL: Etant donné la nature du produit, il est conseillé de manipuler le produit avec une grande précaution. En effet, il peut être contaminé très facilement.
- Du LCF (Lipid Clearing Factor) est intégré au réactif.
- Le calibrage au moyen du patron de détection peut donner lieu à des erreurs systématiques lors de méthodes automatiques. Dans de tels cas, il est conseillé d'utiliser des calibrages sériques.
- Utiliser des embouts de pipettes jetables propres pour diffuser le produit.
- SPINREACT dispose de consignes détaillées pour l'application de ce réactif dans différents analyseurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Buccolo G et al. Quantitative determination of serum triglycerides by use of enzymes. Clin Chem 1973; 19 (5): 476-482.
- Fossati P et al. Clin. Chem 1982; 28(10): 2077-2080.
- Kaplan A et al. Tryglycerides. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 437 and Lipids 1194-1206.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

## PRESENTATION

Ref: 1001310	R1: 1 x 50 mL, R2: 5 → 10 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001311	R1: 10 x 20 mL, R2: 10 → 20 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001312	R1: 10 x 50 mL, R2: 10 → 50 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001313	R1: 4 x 125 mL, R2: 4 → 125 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001314	R1: 4 x 250 mL, R2: 4 → 250 mL, CAL: 1 x 5 mL





CHOLESTEROL

## Cholestérol

CHOD-POD. Enzymatique chlorimétrique

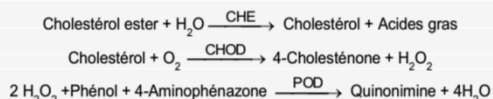
### Détermination quantitative de cholestérol

#### IVD

Conserver à 2-8°C

#### PRINCIPE DE LA METHODE

Le cholestérol présent dans l'échantillon donne lieu à un composé coloré, suivant la réaction suivante:



L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de cholestérol présent dans l'échantillon testé<sup>1,2</sup>.

#### SIGNIFICATION CLINIQUE

Le cholestérol est une substance grasse présente dans toutes les cellules de l'organisme. Le foie produit naturellement tout le cholestérol dont il a besoin pour former les membranes cellulaires et pour produire certaines hormones. La détermination du cholestérol est l'un des outils les plus importants pour diagnostiquer et classer les lipémies. L'augmentation du niveau de cholestérol est l'un des facteurs de risques cardiovasculaires possibles<sup>5,6</sup>.

Le diagnostic clinique doit tenir compte des données cliniques et de laboratoire.

#### REACTIFS

<b>R 1</b>	Tampon	PIPES pH 6,9 phénol	90 mmol/L 26 mmol/L
<b>R 2</b> (Remarque 2)	Enzymes	Cholestérol estérase (CHE)	300 U/L
		Cholestérol oxydase (CHOD)	300 U/L
		Peroxydase (POD)	1250 U/L
		4 - Aminophénazone (4-AF)	0,4 mmol/L
<b>CHOLESTEROL CAL</b>		Patron primaire de détection du cholestérol 200 mg/dL. Contient Triton X-114 10-15%.	

#### PRÉCAUTIONS

CAL : H225- Liquide et vapeurs très inflammables. H318- Provoque des lésions oculaires graves. H412- Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. Suivez les conseils de prudence donnés en SDS et étiquette.

#### PREPARATION

Réactif de travail (RT): Dissoudre (→) le contenu d'une capsule d'enzymes R 2 dans un 1 flacon de tampon R 1. Refermer et mélanger doucement jusqu'à ce que le contenu soit dissout Stabilité (RT): 4 mois au réfrigérateur (2-8°C) ou 40 jours à 15-25°C. Conserver à l'abri de la lumière.

#### CONSERVATION ET STABILITE

Tous les composants du kit sont stables jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette, et si les flacons sont maintenus hermétiquement fermés à 2-8°C, à l'abri de la lumière et des sources de contamination. Ne pas utiliser les réactifs en dehors de la date indiquée.

#### Indices de détérioration des réactifs:

- Présence de particules et turbidité.
- Absorbation (A) du blanc à 505 nm  $\geq 0,1$ .

#### MATERIEL SUPPLEMENTAIRE

- Spectrophotomètre ou analyseur pour les lectures à 505 nm (500-550).
- Cuvettes de 1,0 cm d'éclairage.
- Equipement classique de laboratoire.

#### ECHANTILLONS

Sérum ou plasma<sup>1,2</sup>; Stabilité de l'échantillon 7 jours à 2-8°C et 3 mois si l'échantillon est congelé (-20°C).

#### PROCEDURE

- Conditions de test:  
Longueur d'ondes: ..... 505 nm (500-550)  
Cuvette: ..... 1 cm d'éclairage  
Température: ..... 37°C/15-25°C
- Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée
- Pipetter dans une cuvette (Remarque 4):

	Blanc	Étalon	Echantillon
RT (mL)	1,0	1,0	1,0
Étalon (Remarque 1,3) (µL)	--	10	--
Echantillon (µL)	--	--	10

- Mélanger et incuber pendant exactement 5 minutes à 37°C ou 10 min. à température ambiante.
- Lire l'absorbation (A) du patron et l'échantillon, en comparaison avec le blanc du réactif. La couleur reste stable pendant au moins 60 minutes.

#### CALCULS

(A) Échantillon - (A) Blanc x 200 (étalon conc.) = mg/dL de cholestérol dans l'échantillon  
(A) Étalon - (A) Blanc

Facteur de conversion: mg/dL x 0,0258 = mmol/L.

#### CONTROLE DE QUALITE

Il est conseillé d'analyser conjointement les échantillons de sérum dont les valeurs ont été contrôlées: SPINROL H Normal et pathologique (Réf. 1002120 et 1002210).

Si les valeurs se trouvent en dehors des valeurs tolérées, analyser l'instrument, les réactifs et le calibreur.

Chaque laboratoire doit disposer de son propre contrôle de qualité et déterminer les mesures correctives à mettre en place dans le cas où les vérifications ne correspondraient pas aux attentes.

#### VALEURS DE REFERENCE

Évaluation du risque<sup>5,6</sup>:

Moins de 200 mg/dL	Normal
200-239 mg/dL	Modéré
$\geq 240$	Élevé

Ces valeurs sont données à titre d'information. Il est conseillé à chaque laboratoire de définir ses propres valeurs de référence.

#### CARACTERISTIQUES DE LA METHODE

**Gamme de mesures:** Depuis la limite de détection de 0 mg/dL jusqu'à la limite de linéarité de 900 mg/dL.

Si la concentration de l'échantillon est supérieure à la limite de linéarité, diluer 1/2 avec du CINA 9 g/L et multiplier le résultat final par 2.

#### Précision:

Moyenne (mg/dL)	Intra-série (n=20)		Inter-série (n=20)	
	90,4	187	92,8	193
SD	1,15	1,01	1,98	2,39
CV (%)	1,27	0,54	2,14	1,24

**Sensibilité analytique:** 1 mg/dL = 0,00152 A.

**Exactitude:** Les réactifs SPINREACT (y) ne montrent pas de différences systématiques significatives lorsqu'on les compare à d'autres réactifs commerciaux (x).

Les résultats obtenus avec 50 échantillons ont été les suivants:

Coefficient de corrélation (r)<sup>2</sup>: 0,99541.

Equation de la Courbe de régression: y=0,95293x - 3,020.

Les caractéristiques de la méthode peuvent varier suivant l'analyseur employé.

#### INTERFERENCES

Aucune interférence d'hémoglobine n'a été constaté jusqu'à 5 g/L et bilirubine jusqu'à 10 mg/dL<sup>1,2</sup>.

Différentes drogues ont été décrites ainsi que des substances pouvant interférer dans la détermination du cholestérol<sup>3,4</sup>.

#### REMARQUES

- CHOLESTEROL CAL: Etant donné la nature du produit, il est conseillé de le manipuler avec une grande précaution. En effet, il peut être contaminé avec facilité.
- LCF (Lipid Clearing Factor) intégré au réactif.
- Le calibrage au moyen du patron de détection peut donner lieu à des erreurs systématiques lors de méthodes automatiques. Dans de tels cas, il est conseillé d'utiliser des calibrages sériques
- Utiliser des embouts de pipettes jetables propres pour diffuser le produit.
- SPINREACT dispose de consignes détaillées pour l'application de ce réactif dans différents analyseurs.**

#### BIBLIOGRAPHIE

- Naito H.K. Cholesterol. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1194-11206 and 437.
- Meiattini F. et al. The 4-hydroxybenzoate/4-aminophenazone Chromogenic System. Clin Chem 1978; 24 (12): 2161-2165.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

#### PRESENTATION

Ref: 1001090 R1: 10 x 50 mL, R2: 10 → 50 mL, CAL: 1 x 5 mL  
 Ref: 1001091 R1: 10 x 20 mL, R2: 10 → 20 mL, CAL: 1 x 5 mL  
 Ref: 1001092 Cont. R1: 4 x 125 mL, R2: 4 → 125 mL, CAL: 1 x 5 mL  
 Ref: 1001093 R1: 4 x 250 mL, R2: 4 → 250 mL, CAL: 1 x 5 mL





CE PROTEINE  
**Protéines totales**  
 Biuret. Colorimétrique

### Détermination quantitative de protéines totales IVD

Conserver à 2-8°C

#### PRINCIPE DE LA METHODE

En milieu alcalin, les protéines donnent une couleur violette/bleue en présence de sels de cuivre; ces sels contiennent du iodure qui agit comme un antioxydant.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de protéines totales dans l'échantillon testé<sup>1, 4</sup>.

#### SIGNIFICATION CLINIQUE

Les protéines sont des composés organiques macromoléculaires, répartis largement dans l'organisme. Elles fonctionnent comme des éléments structuraux et de transport. Elles sont divisées en deux fractions, albumines et globulines.

Leur détermination est utile pour détecter:

- l'hyperprotéinémie produite par hémococoncentration, déshydratation ou augmentation de la concentration des protéines spécifiques.
- L'hypo protéinémie par hémodilution due à une défaillance dans la synthèse protéique, à des pertes excessives (hémorragies) ou à un catabolisme protéique excessif<sup>4, 5</sup>.

Le diagnostic clinique doit tenir compte des données cliniques et de laboratoire.

#### REACTIFS

<b>R</b> Biuret	Tartrate de potassium de sodium	15 mmol/L
	Iodure de sodium	100 mmol/L
	Iodure de potassium	5 mmol/L
	Sulfate de cuivre (II)	5 mmol/L
<b>T PROTEIN CAL</b>	Patron primaire d'albumine bovine	7 g/dL

#### PRECAUTION

Corrosif (C): R35: provoque des brûlures graves.

Sulfate de cuivre (II): Dangereux pour le milieu ambiant (N): R50/53: Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner sur le long terme des effets négatifs sur le milieu ambiant aquatique.

S22: Ne pas respirer la poudre. S60: Eliminer du produit et du récipient comme résidus dangereux. S61: Eviter la libération dans la nature.

Respecter les consignes précises/les fiches techniques de sécurité.

#### PREPARATION

Tous les réactifs sont prêts à l'emploi.

#### CONSERVATION ET STABILITE

Tous les composants du kit sont stables jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette, et si les flacons sont maintenus hermétiquement fermés à 2-8°C, à l'abri de la lumière et des sources de contamination. Ne pas utiliser les réactifs en dehors de la date indiquée.

#### Indices de détérioration des réactifs:

- Présence de particules et turbidité.
- Absorbance (A) du blanc à 540 nm  $\geq$  0,22.

#### MATERIEL SUPPLEMENTAIRE

- Spectrophotomètre ou analyseur pour les lectures à 540 nm.
- Cuvettes de 1,0 cm d'éclairage.
- Equipement classique de laboratoire.

#### ECHANTILLONS

Sérum ou plasma héparinisé<sup>1</sup>.

Stabilité de l'échantillon: 1 mois au réfrigérateur (2-8°C).

#### PROCEDURE

1. Conditions de test:  
 Longueur d'ondes: ..... 540 nm (530-550)  
 Cuvette: ..... 1 cm d'éclairage  
 Température: ..... 37°C/15-25°C
2. Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée
3. Pipetter dans une cuvette:

	Blanc	Modèle	Echantillon
R (mL)	1,0	1,0	1,0
Modèle (Technique 1,2) ( $\mu$ L)	--	25	--
Echantillon ( $\mu$ L)	--	--	25

4. Mélanger et incubé 5 minutes à 37°C ou 10 minutes à température ambiante.

5. Lire l'absorbance (A) du patron et l'échantillon, en comparaison avec le blanc du réactif. La couleur reste stable pendant au moins 30 minutes.

#### CALCULS

$$\frac{(A) \text{ Echantillon}}{(A) \text{ Modèle}} \times 7 (\text{modèle conc.}) = \text{g/dL de protéines totales}$$

#### CONTROLE DE QUALITE

Il est conseillé d'analyser conjointement les échantillons de sérum dont les valeurs ont été contrôlées: SPINTROL H Normal et pathologique (Réf. 1002120 et 1002210).

Si les valeurs se trouvent en dehors des valeurs tolérées, analyser l'instrument, les réactifs et le calibrateur.

Chaque laboratoire doit disposer de son propre contrôle de qualité et déterminer les mesures correctives à mettre en place dans le cas où les vérifications ne correspondraient pas aux attentes.

#### VALEURS DE REFERENCE<sup>1</sup>

Adultes: 6,6 – 8,3 g/dL

Nouveau-nés: 5,2 – 9,1 g/dL

Ces valeurs sont données à titre d'information. Il est conseillé à chaque laboratoire de définir ses propres valeurs de référence.

#### CARACTERISTIQUES DE LA METHODE

Gamme de mesures: Depuis la limite de détection de 0,001 g/dL jusqu'à la limite de linéarité de 14 g/dL.

Si la concentration de l'échantillon est supérieure à la limite de linéarité, diluer 1/2 avec du ClNa 9 g/L et multiplier le résultat final par 2.

Précision:

	Intra-série (n= 20)		Inter-série (n= 20)	
	Moyenne (g/dL)	SD	Moyenne (g/dL)	SD
Moyenne (g/dL)	6,53	4,89	6,77	5,08
SD	0,01	0,01	0,07	0,05
CV (%)	0,21	0,24	1,05	0,94

Sensibilité analytique: 1 g/dL = 0,0825 A.

Exactitude: Les réactifs SPINREACT (y) ne montrent pas de différences systématiques significatives lorsqu'on les compare à d'autres réactifs commerciaux (x).

Les résultats obtenus avec 50 échantillons ont été les suivants:

Coefficient de corrélation (r): 0,97002.

Equation de la Courbe de régression:  $y=0,954x + 0,511$ .

Les caractéristiques de la méthode peuvent varier suivant l'analyseur employé.

#### INTERFERENCES

Hémoglobine et lipémie<sup>1, 4</sup>.

Différentes drogues ont été décrites, ainsi que d'autres substances pouvant interférer dans la détermination de protéines<sup>2, 3</sup>.

#### REMARQUES

1. T PROTEIN CAL: Etant donné la nature du produit, il est conseillé de le manipuler avec une grande précaution. En effet, il peut être contaminé avec facilité.
2. Le calibrage au moyen du patron de détection peut donner lieu à des erreurs systématiques lors de méthodes automatiques. Dans de tels cas, il est conseillé d'utiliser des calibrages sériques.
3. Utiliser des embouts de pipettes jetables propres pour diffuser le produit.
4. SPINREACT dispose de consignes détaillées pour l'application de ce réactif dans différents analyseurs.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Koller A. Total serum protein. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis, Toronto, Princeton 1984; 1316-1324 and 418.
2. Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
3. Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
4. Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
5. Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

#### PRESENTATION

Ref: 1001290	Cont.	R:2 x 50 mL, CAL: 1 x 2 mL
Ref: 1001291		R:2 x 250 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001292		R:1 x 1000 mL, CAL: 1 x 5 mL





ALBUMIN

## Albumine

Vert de bromocrésol. Colorimétrique

### Détermination quantitative de l'albumine IVD

Conserver à 2-8°C

#### PRINCIPE DE LA METHODE

L'albumine se combine au vert de bromocrésol, à pH légèrement acide, entraînant un changement de couleur de l'indice, passant du jaune-vert au vert-bleuté, et proportionnel à la concentration d'albumine présente dans l'échantillon testé<sup>1, 2, 3, 4</sup>.

#### SIGNIFICATION CLINIQUE

L'albumine est l'une des protéines plasmatiques les plus importantes produite par le foie.

Parmi ses multiples fonctions, on retiendra la nutrition, l'entretien de la pression oncotique et le transport des substances telles que la Ca<sup>++</sup>, la bilirubine, les acides gras, les drogues et les stéroïdes.

Des perturbations dans les valeurs de l'albumine signalent des maladies du foie, une malnutrition, des lésions de la peau telles que de la dermatite, des brûlures importantes ou une déshydratation<sup>1, 7, 8</sup>.

Le diagnostic clinique doit tenir compte des données cliniques et des données de laboratoire.

#### REACTIFS

R	Vert de bromocrésol pH 4.2	0,12 mmol/L
ALBUMINE CAL	Étalon primaire de détection de l'albumine 5 g/dL	

#### PREPARATION

Le réactif et l'étalon sont prêts à l'emploi.

#### CONSERVATION ET STABILITE

Tous les composants du kit sont stables jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette du flacon, et si les flacons sont maintenus hermétiquement fermés à 2-8°C, à l'abri de la lumière et des sources de contamination. Ne pas utiliser les réactifs en dehors de la date indiquée.

#### Indices de détérioration des réactifs:

- Présence de particules et turbidité.
- Absorption du blanc à 630 nm  $\geq 0,40$ .

#### MATERIEL SUPPLEMENTAIRE

- Spectrophotomètre ou analyseur pour les lectures à 630 nm.
- Cuvettes de 1,0 cm d'éclairage.
- Equipement classique de laboratoire.

#### ECHANTILLONS

Sérum ou plasma sans hémolyse<sup>1</sup>: Stabilité 1 mois à 2-8°C ou 1 semaine à 15-25°C.

#### PROCEDURE

- Conditions de test:  
Longueur d'ondes: ..... 630 nm (600-650)  
Cuvette: ..... 1 cm d'éclairage  
Température: ..... 15-25°C/37°C
- Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée
- Pipetter dans une cuvette (Remarque 3)

	Blanc	Modèle	Echantillon
R (mL)	1,0	1,0	1,0
Modèle (Remarque 12) (µL)	--	5	--
Echantillon (µL)	--	--	5

- Mélanger et incubé pendant 5 min. à 37°C ou 10 min. à 15-25°C.
- Lire l'absorption (a) du patron et l'échantillon, en comparaison avec
- le blanc du réactif. La couleur reste stable pendant 1 heure à température ambiante.

#### CALCULS

$$\frac{(A) \text{Échantillon} - (A) \text{Blanc}}{(A) \text{Étalon} - (A) \text{Blanc}} \times 5 \text{ (Étalon conc.)} = \text{g/dL d'albumine dans l'échantillon}$$

Facteur de conversion: g/dL x 144,9 = µmol/L

#### CONTROLE DE QUALITE

Il est conseillé d'analyser conjointement les échantillons de sérum dont les valeurs ont été contrôlées: SPINROL H Normal et pathologique (Réf. 10Q2120 et 10Q2210).

Si les valeurs se trouvent en dehors des valeurs tolérées, analyser l'instrument, les réactifs et le calibre.

Chaque laboratoire doit disposer de son propre contrôle de qualité et déterminer les mesures correctives à mettre en place dans le cas où les vérifications ne correspondraient pas aux attentes.

#### VALEURS DE REFERENCE

3,5 à 5,0 g/dL<sup>1</sup>.

Ces valeurs sont données à titre d'information. Il est conseillé à chaque laboratoire de définir ses propres valeurs de référence.

#### CARACTERISTIQUES DE LA METHODE

Gamme de mesures: Depuis la limite de détection de 0,0349 mg/dL jusqu'à la limite de linéarité de 6 mg/dL.

Si la concentration de l'échantillon est supérieure à la limite de linéarité, diluer 1/2 avec du ClNa 9 g/L et multiplier le résultat final par 2.

Précision:

	Intra-série (n= 20)		Inter-série (n= 20)	
Moyenne (g/dL)	4,17	2,84	4,56	3,07
SD	0,02	0,01	0,28	0,18
CV (%)	0,42	0,53	6,20	5,90

Sensibilité analytique: 1 g/dL = 0,2003 A.

Exactitude: Les réactifs SPINREACT (y) ne montrent pas de différences systématiques significatives lorsqu'on les compare à d'autres réactifs commerciaux (x).

Les résultats obtenus avec 50 échantillons ont été les suivants:

Coefficient de corrélation (r<sup>2</sup>): 0,99169.

Equation de la Courbe de régression: y=1,045x - 0,028.

Les caractéristiques de la méthode peuvent varier suivant l'analyseur employé.

#### INTERFERENCES

La bilirubine jusqu'à 110 mg/L, l'hémoglobine jusqu'à 1 g/L et la lipémie jusqu'à 10 g/L interfèrent<sup>1, 4</sup>.

Différentes drogues ont été décrites ainsi que d'autres substances qui interfèrent dans la détermination de l'albumine<sup>5, 6</sup>.

#### REMARQUES

- ALBUMINE CAL: Etant donné la nature du produit, il est conseillé de le manipuler avec précaution. En effet, il peut être facilement contaminé.
- Le calibrage au moyen du patron de détection peut donner lieu à des erreurs systématiques lors de méthodes automatiques. Dans de tels cas, il est conseillé d'utiliser des calibrages sériés.
- Utiliser des embouts de pipettes jetables propres pour diffuser le produit.
- SPINREACT dispose de consignes détaillées pour l'application de ce réactif dans différents analyseurs.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Gendler S. Uric acid. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1268-1273 and 425.
- Rodkey F L. Clin Chem 1965; 11: 478-487.
- Webster D. Clin Chem. 1974; Acta 53: 109-115.
- Dumas BT Clin Chem. 1971; Acta 31: 87-96.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACCC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACCC 1995.

#### PRESENTATION

Ref: 1001020	Cont.	R: 2 x 250 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001022		R: 1 x 1000 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001023		R: 2 x 50 mL, CAL: 1 x 2 mL

لقد قمنا بإجراء دراسة تجريبية على الديوك الرومية اللاحمة من أجل معرفة آثار الأحماض العضوية في مياه الشرب على معايير التشكل المعوي والكيميائية الحيوية. تم تقسيم إجمالي 90 صوص تسمين عمرها يوم واحد (اجناس مختلطة)، سلالة (B.U.T Medium) إلى مجموعتين: مجموعة شاهدة تناولت مياه الشرب بدون إضافات ومجموعة تجريبية تناولت مياه الشرب المكملة بالأحماض العضوية بمعدل 0,25مل/ل. في عمر 20 يومًا، تم ذبح 5 ديوك تمثيلية من كل دفعة. تم إجراء تقنية التشريح المجهرية على جزء الاثني عشر للنسيج المعوي لهذه الديوك. تم قياس ارتفاع وعرض الزغابات وعمق الخبايا. بالمقارنة مع مجموعة الشاهدة، فإن المجموعة المكملة بالأحماض العضوية لديها ارتفاع جد معبر ( $p < 0.01$ ) في طول زغبات الاثني عشر. وبالمثل، زيادة معبرة ( $p < 0.05$ ) لعرضها. أظهرت نتائج تحليل المعايير البيوكيميائية للدم الذي تم إجراؤه في عمر 25 يومًا للديوك أن كريات الدم البيضاء فقط هي التي تأثرت بشكل جد معبر ( $p < 0.01$ ) بواسطة الأحماض العضوية. بالإضافة إلى ذلك، كانت هناك زيادة معبرة جد عالية ( $p < 0.001$ ) في إجمالي مستويات الألبومين والبروتين في المجموعة المعالجة مقارنةً بالشاهدة. الكلمات المفتاحية: الأحماض العضوية، تقنية التشريح المجهرية، الديك الرومي اللاحم، المعايير الكيميائية الحيوية الدموية، قياس الأنسجة المعوية.

## Abstract

We conducted an experimental study on broiler turkeys to examine the effects of organic acid in the beverage water on intestinal histomorphometric and hemobiochemical parameters. A total of 90 one-day-old turkeys (mixed sexes), a breed (B.U.T Medium) were divided into two groups: a control group that received drinking water without additives, while the treated group was given drinking water supplemented with organic acids at the rate of 0.25ml/l. At 20 days of age, 5 representative turkey from each batch were sacrificed. A microdissection technique was performed on a duodenal segment of intestinal tissue from these turkeys. The height, the width of the villi and the depth of the Lieberkühn crypts were measured. Compared to the control batch, the batches supplemented with organic acid had a too significant increase ( $p < 0.01$ ) in the height of the duodenal villi. Similarly, a significant increase ( $p < 0.05$ ) in its width. The results of the analysis of the hemato-biochemical parameters taken at 25 days of age show that only the leukocytes are too significantly affected ( $p < 0.01$ ) by organic acids. In addition, a very highly significant increase ( $p < 0.001$ ) in total albumin and protein levels in the treated batch compared to the control batch.

Keywords: Organic acids, microdissection technique, broiler turkeys, hemato-biochemical parameters, intestinal histomorphometry.

## Résumé

Nous avons mené une étude expérimentale sur la dinde de chair pour étudier les effets des acides organiques dans l'eau de boisson sur les paramètres histomorphométriques intestinale ainsi que, le profil hémato biochimiques chez la dinde durant la phase de démarrage. Au total, 90 dindonneaux de chair d'1 jour (sexes mélangés), de souche (B.U.T Médioms) ont été répartis en deux groupes : un groupe témoin a reçu une eau de boisson sans additif, alors que le groupe traité a été abreuvé avec une eau de boisson supplémentée en acides organiques à raison de 0.25ml/l. A l'âge de 21 jours, 5 dindonneaux représentatifs de chaque lot ont été sacrifiés. Une technique de microdissection a été réalisée sur un segment duodénal du tissu intestinal de ces dindonneaux. La hauteur, la largeur des villosités et la profondeur des cryptes de Lieberkühn ont été mesurées. Comparé au lot témoin, les lots supplémentés en acide organique avaient une augmentation trop significative ( $p < 0,01$ ) de la hauteur des villosités duodénales. De même, une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de sa largeur. Les résultats d'analyse des paramètres hémato biochimiques qu'ont été prélevés à 35 jours d'âge montrent que seulement les leucocytes sont trop significativement affectés ( $p < 0,01$ ) par les acides organiques. De plus, une augmentation très hautement significative ( $p < 0,001$ ) concernant le taux d'albumine et des protéines totaux chez le lot traité par rapport du lot témoin.

**Mots clés :** Acides organiques, technique de microdissection, dindes de chair, paramètres hématobiochimiques, histomorphométriques intestinale.