

N° d'ordre : 031

**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière** : Sciences vétérinaires

**Mémoire de fin d'études**  
Pour l'obtention du **diplôme de Master** en  
Sciences Vétérinaires

**THÈME**

**Valorisation des sous-produits  
agroalimentaire en alimentation du poulet  
de chair : cas des coques de l'amande douce**

Présenté par : M : REZZIK Anes Abd Elkhalek

Soutenu publiquement, le 08 /07/ 2024 devant le jury :

Mme TEMIM Soraya	Professeur (ENSV)	Présidente
Mme BERRAMA Zahra	MCA (ENSV)	Promotrice
Mme SAHRAOUI Lynda	MCA (ENSV)	Examinatrice

Année universitaire 2023-2024

## Résumé

Cette étude a pour objectif de caractériser sur le plan bromatologique et nutritionnel, les coques d'amande douce qui sont des sous-produits agroalimentaires de la culture des amandes douces. Ces sous-produits présentent une composition chimique favorable avec une teneur en matière sèche de 85,02% et en cellulose brute de 14,14%. Sur le plan nutritionnel, ces sous-produits présentent une excellente teneur glucidique, une très faible valeur protéique et de bonnes teneurs en minéraux et en fibres. Ceci leur confère un potentiel significatif pour être utilisé comme ingrédient dans l'alimentation des poulets de chair

**Mots clés :** Alimentation ; poulet de chair ; additifs ; performance ; sous-produit.

## abstract

This study aims to characterize, from a bromatological and nutritional perspective, sweet almond hulls, which are agro-industrial by-products of sweet almond cultivation. These by-products have a favorable chemical composition with a dry matter content of 85.02% and a crude fiber content of 14.14%. Nutritionally, these by-products exhibit an excellent carbohydrate content, a very low protein value, and good levels of minerals and fibers. This gives them significant potential to be used as an ingredient in broiler chicken feed.\*\*

**Keywords:** Nutrition; broiler chicken; additives; performance; by-product

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى توصيف القشور الحلوة للوز من الناحية البروماتولوجية والتغذوية، وهي من المنتجات الثانوية الزراعية لصناعة زراعة اللوز الحلو. تتميز هذه المنتجات الثانوية بتركيبية كيميائية مناسبة حيث تحتوي على نسبة مادة جافة تبلغ 85.02% ونسبة سليولوز خام تبلغ 14.14%. من الناحية التغذوية، تتميز هذه المنتجات الثانوية بمحتوى كربوهيدراتي ممتاز، وقيمة بروتينية منخفضة جداً، ونسب جيدة من المعادن والألياف.

وهذا يمنحها إمكانات كبيرة لاستخدامها كمكون في تغذية دجاج التسمين

**الكلمات المفتاحية:** تغذية ؛ دجاج اللحم ؛ مواد إضافية ؛ أداء ؛ المنتج الفرعي.

## REMERCIEMENTS

Louange à Allah, le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements et sincères gratitudee en premier lieu à ma promotrice **Mme BERRAMA Z** Maitre de Conférences A à l'ENSV de m'avoir proposé ce thème, ainsi que pour son encadrement, sa disponibilité, sa patience et ses encouragements.

Mes remerciements vont également à **Mme TEMIM S**, professeur à L'ENSV qui m'a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je tiens aussi à remercier **Mme SAHRAOUI L**, Maitre de Conférences à L'ENSV d'avoir bien voulu examiner ce travail.

## **Dédicaces**

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont donné la joie de vivre et ont été ma source d'énergie pendant toute ma vie, J'espère seulement leur donner satisfaction et faire leur fierté, Que dieu me les préserve (inchallah).

À toute ma grande famille.

À Mes amis de l'ENSV : Aymen, Anis, Nouredine, Amine , AbdRaouf, Louai et Maroua. Et toute **la promotion vétérinaire 2019-2024**

À ma chère promotrice **Mme BERRAMA Z.** qui je la remercie énormément de m'avoir aidée.

## **Listes des figures**

---

<b>Figure N°01 : Les différents composants du fruit de l'amandier .....</b>	<b>3</b>
<b>Figure 02 : Broyage des échantillons alimentaires.....</b>	<b>10</b>
<b>Figure 03 : Aliments disposés dans les coupelles.....</b>	<b>12</b>

## **Liste des tableaux**

---

**TABLEAU N 01 : La composition chimique des coques d'amande ..... 16**

**TABLEAU 02 Les valeurs de l'énergie métabolisable et des protéines brutes  
..... 18**

# Table des Matières

---

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I. Généralités sur les sous-produits des amandes douces.....</b>	<b>2</b>
<b>I. Les amandes douces.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1. Caractéristiques physiques des amandes .....</b>	<b>2</b>
<b>Les sous-produits des amandes douces .....</b>	<b>2</b>
<b>II.1. Les sous-produits des amandes douces .....</b>	<b>3</b>
<b>II.2. Composition chimique.....</b>	<b>4</b>
<b>Chapitre II. Utilisation des coques d'amandes dans la nutrition des volailles .....</b>	<b>6</b>
<b>I. Effet de l'intégration des coques charnues d'amande sur les performances zootechniques du poulet de chair .....</b>	<b>6</b>
<b>II. Effets des coques d'amandes sur le dépôt de gras chez le poulet .....</b>	<b>7</b>
<b>III. Effets des coques d'amandes sur le tractus digestif .....</b>	<b>7</b>
<b>IV. Effets des coques d'amandes sur la diversité du microbiote intestinal.</b>	<b>7</b>
<b>Valorisation des sous-produits agroalimentaire en alimentation du poulet de chair : cas des coques de l'amande douce .....</b>	<b>10</b>
<b>I. Objectif .....</b>	<b>10</b>
<b>II. Matériels et Méthodes.....</b>	<b>10</b>
<b>II.1. Echantillonnage.....</b>	<b>10</b>
<b>II.2. Analyses bromatologiques des coques.....</b>	<b>11</b>
<b>II.3. Détermination de l'énergie métabolisable des coques.....</b>	<b>15</b>
<b>III. Résultats et Discussion .....</b>	<b>16</b>
<b>III.2. Valeurs nutritives des coques d'amande .....</b>	<b>18</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>20</b>
<b>Liste de Références.....</b>	<b>21</b>

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

# Introduction Générale

Le coût des aliments représente environ 60 à 70 % du coût total des productions animales

En effet, les frais de ce poste ne cessent d'augmenter d'année en année. En Algérie, la facture des importations des matières importées destinées à l'alimentation animale est de 1,2 milliard de dollars (**Algérie Eco, 2021**). Ceci est accentué par le manque de ressources alimentaires et la non valorisation de la biomasse existante.

Par ailleurs, les déchets ou sous-produits de l'agriculture et des industries agro-alimentaires, constituent une réelle problématique de gestion pour les agriculteurs et les industriels, et constituent une source notable de pollution pour l'environnement. Or, ces sous-produits pourraient représenter une ressource alimentaire alternative à certaines matières premières importées (**Jiménez-Moreno et al., 2013 ; Saadatmand et al., 2019**).

La coque d'amande, un sous-produit de la culture de l'amande, est devenue excédentaire sur le marché mondial avec l'augmentation rapide de la production et de la consommation d'amandes (**Almond Board of California, 2019**). Des études ont rapporté que les coques d'amandes, en tant que ressource fibreuse, ont une valeur nutritive moyenne pour les ruminants (**Homedes et al., 1993; Yalchi et Kargar, 2010; Williams et al., 2018**).

Chez les poulets de chair, les fibres alimentaires, traditionnellement reconnues comme un diluant nutritif ayant des effets négatifs sur la digestion et l'absorption des nutriments, ont récemment suscité beaucoup plus d'attention pour leurs rôles importants dans l'immunité et la santé intestinale sans compromettre les performances lorsqu'elles sont incluses à un niveau modéré (**Jha et Leterme, 2012; Jimenez-Moreno et al., 2013; Sadeghi et al., 2015**). Cependant, on ne sait pas encore si les coques d'amandes contenant des fibres peuvent être utilisées comme ingrédient alternatif chez les poulets de chair.

Pour cela cette étude vise à caractériser ce sous-produit de l'agriculture sur le plan composition chimique et nutritionnelle afin de le valoriser dans l'alimentation du poulet de chair.

## Chapitre I. Généralités sur les sous-produits des amandes douces

### I. Les amandes douces

Les amandes (*Prunus amygdalus*), appartenant à la famille des Rosacées, sont l'une des noix de l'arbre les plus populaires, représentant la plus grande production mondiale de noix de l'arbre (Esfahlan *et al.*, 2010). C'est une espèce ancienne domestiquée initialement au Moyen-Orient (Tavassolina, 2010) et est considérée comme l'une des cultures de noix les plus importantes dans les régions tempérées de l'Inde (Kumar, 2014). La Californie produit près de 80 % de la production mondiale d'amandes (Mandalari, 2008), avec une récolte de 1,32 million de tonnes de noyaux d'amande lors de l'année culturale 2021/2022 (Almond Almanac, 2022).

Traditionnellement, les noyaux d'amande sont consommés en l'état brut et utilisés comme ingrédients dans les aliments transformés, tels que les produits de boulangerie et de confiserie (Sang *et al.*, 2002). Ces dernières années, ils ont gagné en popularité en tant que composant des alternatives laitières, des régimes sans gluten et des régimes à base de plantes. Cela est attribué à leur profil nutritionnel dense, qui aide à réduire les niveaux de cholestérol LDL, à promouvoir la santé cardiaque et à soutenir la gestion du poids (Yada *et al.*, 2011).

#### I.1. Caractéristiques physiques des amandes

Les amandes varient en taille de 3 à 6 cm selon la variété. Ce sont des drupes oblongues, charnues, initialement vertes puis brunes foncées à maturité. La coque, qui se fendille à pleine maturité, renferme une ou deux graines comestibles (amandes) au tégument rugueux de couleur ocre-cannelle (Barreira *et al.*, 2010).

#### Les sous-produits des amandes douces

Les amandes sont récoltées sous forme de fruits secs en automne (septembre-octobre) et sous forme d'amandes fraîches, encore vertes en mai-juin. Les fruits issus des amandiers se composent de trois parties (**Figure 01**) :

- **Les coques externes**, appelées aussi coques charnues ou mésocarpes ;
- **Les coquilles internes** appelées aussi coques dures ;
- **Les noyaux** ou amandes.

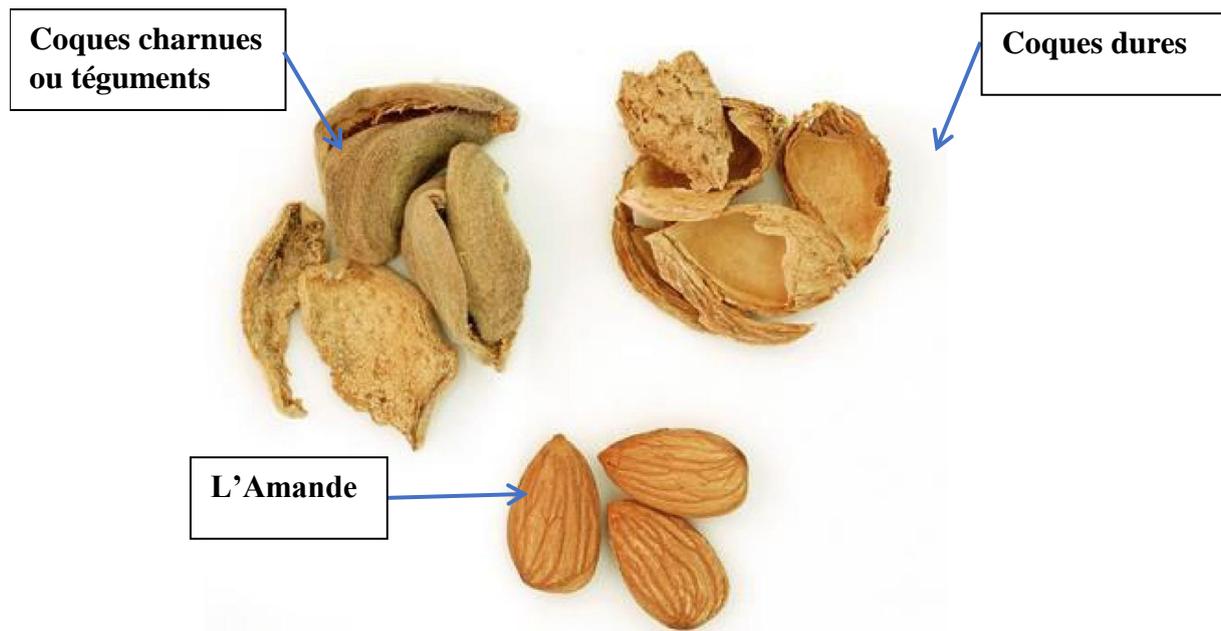


Figure N°01 : Les différents composants du fruit de l'amandier

## II.1. Les sous-produits des amandes douces

Les sous-produits des amandes sont générés lors du processus de récolte, de décorticage et d'écalage des amandes. Ces sous-produits comprennent principalement les enveloppes, les coques et les bâtons.

### II.1.1 Les coques charnues et dures

Les coques externes des amandes, le mésocarpe mince ou la chair verte du fruit, représentent la partie la plus lourde du fruit et représentent environ 35 à 62 % du poids frais total de l'amande (Prgomet, et al., 2017) . La production annuelle de coques d'amande est environ 1,6 fois supérieure à celle des noyaux d'amande (Huang et al., 2019).

Les volumes des coques externes charnues et des coques internes sont proportionnels aux amandes, et les ratios varient selon les variétés. L'industrie de l'amande utilise des ratios approximatifs de 2:1 pour les coques charnues par rapport aux amandes, et de 0,7:1 pour les coques dures par rapport aux amandes pour estimer leurs volumes produits.

### II.1.2. Bâtons

Le secouage des arbres lors de la récolte peut faire tomber des branches mortes ou affaiblies (bâtons) et des feuilles, générant ainsi de la biomasse appelée bâtons et débris. Ceux-ci peuvent être séparés sur les sites de vergers lorsque les noix récoltées sont chargées dans un camion ou pré-nettoyés par des désincrusteurs sur le site de l'écalage-décorticage. Selon les rapports de l'industrie des amandes, les bâtons représentent environ 2 % du poids des noix brutes ou 8 % du poids des amandes ; en tenant compte d'une teneur en humidité de 10 %, le volume estimé des bâtons provenant de la récolte de 2017 en Californie est d'environ 76 000 tonnes.

## II.2. Composition chimique

### II.2.1. Les coques charnues

Il existe peu de travaux portant sur la composition chimique des sous-produits d'amande (**Offeman et al., 2014, 2015; Holtman et al., 2015; DePeters et al., 2000**). Selon ces études, les coques d'amandes contiennent 12 % à 14 % d'humidité, et jusqu'à 62 % de la matière sèche avec un taux de sucres simples fermentescibles allant de 25,6% à 46,3% (Cruess, 1949; Holtman et al., 2015). Les sucres totaux représentent une part majoritaire des coques externes des amandes. Les sucres fermentescibles, notamment le saccharose, le glucose et le fructose, représentent environ 80% des sucres totaux dans ce sous-produit d'amande. Le glucose et le fructose, deux monosaccharides courants, représentent ensemble plus de 85% des sucres fermentescibles totaux. Ces deux sucres sont facilement absorbés par l'intestin grêle des animaux non-ruminants par diffusion facilitée le long du gradient de concentration, sans nécessiter d'enzymes digestives pour décomposer leur structure. Le glucose et le fructose absorbés sont ensuite utilisés comme carburant par les animaux. Par conséquent, la forte concentration en sucres fermentescibles dans les coques charnues des amandes en fait une source potentielle d'énergie pour la volaille et les porcs (**Liu et al., 2023**)

Outre les glucides, les fibres alimentaires sont des composants abondant dans les coques d'amandes. La cellulose, l'hémicellulose et la lignine représentent 25 % de la matière sèche totale (**Holtman et al., 2015; DePeters et al., 2000**).

Une moyenne de 6 à 9% de cendres est rapportée par ces auteurs, ce qui rend ces coques riche en matières organiques. Les taux de MAT (Matières Azotées Totales) sont de 5 à 6%, tandis que la cellulose brute représente environ 12 à 13% de la matière sèche (**Saura Calixto et al., 1983**).

### **II.2.2. Les coques dures**

Il existe très peu d'études qui rapportent la composition des coques dures des amandes (Klasson et al., 2010; Gong et al., 2011; Chiou et al., 2015; Aktas et al., 2015). La littérature indique que les coquilles d'amandes contiennent 81 % de fibres au détergent neutre (NDF), 48 % de cellulose, 29 % d'hémicellulose, 22 % de lignine. Le taux d'humidité est de 7%. Ces mêmes auteurs rapportent un taux de matières minérales totales d'environ 1 %.

## Chapitre II. Utilisation des coques d'amandes dans la nutrition des volailles

Contrairement à l'utilisation régulière des coques d'amandes dans les rations des vaches laitières notamment en Espagne et aux Etats Unies, il existe très peu d'études disponibles sur l'intégration des coques d'amandes charnues dans l'alimentation des volailles. En effet afin de les utiliser, elles doivent subir un broyage en raison de la grande taille des particules.

### I. Effet de l'intégration des coques charnues d'amande sur les performances zootechniques du poulet de chair

La coque d'amande est considérée comme une source d'énergétique plutôt qu'une source protéique. Il a été rapporté que la farine d'amande douce donnée aux cailles japonaises offre une performance de croissance comparable à celle d'un régime conventionnel (MA, 2015).

Dans une étude récente, l'inclusion de 3 à 9 % de coques d'amande charnues n'a pas induit un effet négatif sur les performances de croissance. Cependant cette même étude révèle qu'un taux de 3 % a réduit la consommation alimentaire. Cependant, ce paramètre zootechnique a significativement augmenté avec un régime supplémenté de 9% et ceci entre le début d'élevage et le 19<sup>ème</sup> jour d'élevage.

Ces auteurs rapportent que ces taux d'inclusion (3 à 9 %) ont entraîné une augmentation du taux des fibres brutes dans les régimes alimentaires. En effet, une teneur en fibres alimentaires de 3,6 % dans les régimes des poulets de chair pourrait stimuler le développement des organes du tractus gastro-intestinal chez les jeunes poulets (Jiménez-Moreno et al. 2013). De plus, les principales fibres des coques d'amandes sont insolubles dans l'eau (cellulose, l'hémicellulose et la lignine) (Holtman et al., 2015). Ces fibres insolubles pourraient améliorer la digestion et l'utilisation des nutriments chez les poulets de chair (Adedokun et al., 2012) ; cependant, une inclusion alimentaire élevée en fibres pourrait détériorer la croissance des poulets de chair (Mateos et al., 2012).

Aussi, un taux d'intégration de 15 % réduit le poids corporel et le pourcentage de graisse des poulets (Wang et al., 2020).

En début de la phase de démarrage, une inclusion de 10 % de coques d'amandes réduit le gain de poids des poulets de chair par rapport au groupe témoin (Yang et al., 2021). Les poulets de chair alimentés avec 10 % de coques d'amandes ont présenté un indice de conversion alimentaire plus élevé que ceux du groupe témoin.

Cependant l'inclusion de coques d'amandes à 10% dans le régime des poulets de chair améliore le gain de poids.

De même, les régimes alimentaires contenant des enveloppes d'avoine ont montré un effet similaire que les coques d'amande sur le gain de poids des jeunes poulets de chair (Jiménez-Moreno et al., 2013). Aussi, González-Alvarado et al. (2007) ont rapporté que l'inclusion de 4 % d'enveloppes d'avoine ou de coques de soja améliore les performances de croissance des poulets de chair sans compromettre l'indice de conversion alimentaire.

Il est également rapporté que l'inclusion d'enveloppes d'avoine ou de tournesol à 2,5 et 5 % améliorerait le gain de poids et le rapport gain de poids sur consommation alimentaire (Jiménez-Moreno et al., 2016). Cependant, Kheravii et al. (2017) ont rapporté que l'inclusion de 2 % de lignocellulose n'induit aucun effet sur les performances des poulets de chair. Ces variations peuvent être dus attribuées à la source de fibres utilisée dans l'alimentation.

## **II. Effets des coques d'amandes sur le dépôt de gras chez le poulet**

Il a été rapporté que les fibres alimentaires sont associées à la déposition de graisse (Slavin, 2005 ; Pallotto et al., 2018). En effet, lorsque les poulets de chair sont nourris avec 5 % de coques d'amandes le poids et le pourcentage de graisse corporelle est bien réduit (Wang et al., 2023). Bien au contraire, à des taux d'incorporation plus importants (10%), le poids et le pourcentage de graisse corporelle des poulets de chair augmentent au même niveau que les sujets non supplémentés (Wang et al., 2023).

## **III. Effets des coques d'amandes sur le tractus digestif**

L'intégration des coques d'amandes en début d'élevage a un effet positif sur le poids total de l'intestin (duodénum à cloaque avec pancréas). Cette amélioration est d'autant plus marquée avec des doses intermédiaires.

De même, les régimes alimentaires contenant des enveloppes d'avoine ont montré un effet sur le gain de poids des jeunes poulets de chair et un effet linéaire sur le poids relatif du tractus gastro-intestinal complet (Jiménez-Moreno et al., 2013).

Aussi, les poulets de chair nourris avec des régimes à niveau croissant de coques d'amandes montrent une augmentation des poids relatif du gésier.

## **IV. Effets des coques d'amandes sur la diversité du microbiote intestinal**

Dans une étude récente, l'intégration des coques d'amande en alimentation du poulet de chair ne provoque aucun changement majeur dans la diversité du microbiote intestinal (Wang et al., 2023). La population de la plupart des microbiotes reste similaire. Cependant, des

études antérieures montrent que des teneurs élevées en fibres provenant de la luzerne peuvent moduler le microbiote cæcal et favorisant la croissance de certaines populations microbiennes bénéfiques (**Denayrolles et al., 2007; Dunkley et al., 2007**). Ceci peut être expliqué par la différence des sources de fibres (**Wan et al., 2010**).

# **Partie Expérimentale**

## Valorisation des sous-produits agroalimentaire en alimentation du poulet de chair : cas des coques de l'amande douce

### I. Objectif

Cette étude a pour objet de caractériser sur le plan bromatologique et nutritionnel, un sous-produit agroalimentaire, issu des amandes douces, à savoir les coques externes charnues de l'amande nommées aussi mésocarpe. Cette caractérisation a pour but de valoriser ces sous-produits agroalimentaires en alimentation animale, plus précisément en alimentation du poulet de chair. Ceci en substitution aux matières premières importées constituant habituellement les aliments composés, notamment le maïs et le soja. Ce qui pourrait faire baisser le prix de revient de l'aliment composé pour poulet de chair et assurer sa disponibilité.

### II. Matériels et Méthodes

#### II.1. Echantillonnage

- Un échantillon représentatif des coques d'amande charnues issu de la Wilaya de Saïda, a été réceptionné au laboratoire des analyses fourragères à l'ENSV.

- Une vérification des échantillons a été réalisée afin de préparer les échantillons à analyser. Pour cela, nous avons procédé à

- un tri des coques ou tous les débris et substances étrangères ont été éliminés,
- une homogénéisation des échantillons,
- un broyage fin des coques,
- une conservation dans des bocaux hermétiques
- une identification.



**Figure 02 : Broyage des échantillons alimentaires.**

## II.2. Analyses bromatologiques des coques

L'analyse a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse alimentaire de l'ENSV.

### II.2.1 Matériels du laboratoire

Le matériel et appareils de laboratoire utilisés sont les suivants:

- Broyeur a mortier : Marque Retsch, modèle : RM 200
- Etuve ventilée : Marque Nuve, model : FN 500
- Four a moufle
- Minéralisateur sous hotte chimique
- Dispositif Soxhlet, marque : Gerhardt
- Evaporateur rotatif
- Distillateur d'azote (Kit de kjeldahl, UDK 126)
- Fibertec
- Distillateur d'eau
- Matras de 250ML
- Dessiccateur
- Capsule en porcelaine
- Becher
- Ballon de 500ML

#### **b – Le protocole d'analyse bromatologique:**

Toutes les analyses ont été effectuées en double afin de réduire le taux d'erreur.

##### **• Détermination de la matière sèche:**

La teneur en matière sèche des coques a été déterminée par la méthode conventionnelle de dessiccation, dans une étuve à circulation d'air.

❖ **Mode opératoire** : nous avons procédé aux étapes suivantes :

1. La pesée de 2 à 5 g des échantillons à analyser dans des capsules en porcelaine, séchées et tarées et identifiées au préalable ( $M_0$ )
2. L'introduction des capsules dans l'étuve ventilée réglée à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ , pour une durée de 24h.
3. Le refroidissement des échantillons au dessiccateur puis la pesée.
4. Remise des capsules pendant 1h à l'étuve puis réalisation d'une nouvelle pesée. Cette dernière opération a été répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant ( $M_1$ ).

La teneur en matière sèche a été calculée par la relation suivante :  $MS\% = \frac{M1}{M0} \times 100$

**M0**= poids de l'aliment humide, **M1**= poids de l'aliment après dessiccation



**Figure 03 : Aliments disposés dans les coupelles.**

- Une fois le taux de MS est déterminé, nous avons calculé le taux d'humidité des échantillons alimentaires par la relation suivante :

$$\%H_2O = 100 - MS \%$$

• **Détermination de la matière minérale (MM) :**

La teneur en matières minérales des coques a été déterminée par la méthode conventionnelle de l'incinération de la matière organique dans un four à Moufle.

❖ Mode opératoire : nous avons procédé aux étapes suivantes :

1. Introduction des capsules contenant le résidu qui a servi à la détermination de la MS (B) dans un four à Moufle programmable.
2. Le four a été réglé sur une température de 200°C pendant 1h 30 puis sur 500 °C pendant 2h 30.
3. l'incinération a été poursuivie jusqu'à combustion complète de charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris.
4. Après refroidissement au dessiccateur, les capsules contenant les cendres ont été pesées (A).

La teneur en matières minérales (cendres totales) a été obtenue par la relation suivante :

$$\text{Teneur en MM (\%MS)} = (A \times 100 / B \times MS) \times 100$$

A: Poids des cendres (g) ; B: Poids de l'échantillon séché (g) ; MS: Taux de matière sèche (%)

• **Détermination des matières azotées Totales (MAT) :**

La teneur en protéines brutes des échantillons à analyser a été déterminée par la méthode de KJELDHAL. Nous avons procédé aux étapes suivantes :

**1- La minéralisation :**

Les coques d'amande ont été minéralisées par l'acide sulfurique concentré, en présence d'un catalyseur. L'azote (N) organique est transformé en azote ammoniacal. Cette opération s'est déroulée sous une hotte chimique.

**2- Distillation**

Dans cette étape, l'ammoniac contenu dans le minéralisât a été déplacé par l'addition de la lessive de soude vers un milieu acide (acide borique), associé à un indicateur coloré.

**3- Titrage :**

Au cours de cette étape, nous avons titré les distillats, par de l'acide sulfurique de normalité N/50 jusqu'à la réapparition de la couleur initial de l'indicateur coloré.

L'azote élémentaire a été déterminé par la formule suivante :

$$N(g) = V_1 \times 0,00028 \times 100 / Y \times 250 / V_0$$

$V_1$  : Volume de l'acide sulfurique N/50, Y: Poids de l'échantillon de départ (g) ;  $V_0$  : Volume du minéralisât (ml) ; MS : Teneur en Matière sèche (%)

La **Teneur en matières azotées totales(MAT)** a été calculée par la formule suivante :

$$MAT \% MS = N(g) \times 6,25 / MS \times 100$$

**• Détermination de la cellulose brute (CB) :**

Nous avons utilisé pour déterminer la CB la méthode conventionnelle de Weende, les matières cellulosique constituent le résidu organique obtenu après 2 hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

A la suite de ce traitement subsistent une grande partie de la cellulose vraie ; une partie en lignine et des résidus d'hémicellulose ainsi qu'une petite quantité de matières minérales insoluble.

**➤ Mode opératoire :**

1. Peser 1g de l'échantillon et l'introduire dans un ballon de 500 ML muni d'un réfrigérant.
2. Ajouter 100ML d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5 g/L d'acide sulfurique.
3. chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle-ci pendant 30min.
4. Agiter régulièrement le ballon l'hydrolyse.
5. Séparer ce ballon du réfrigérant.

6. transvaser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible du culot ou résidu dans le ballon.
7. Centrifuger et rincer à chaque fois jusqu'à clarification totale du liquide et obtention d'un PH neutre.
8. séparer le surnageant du résidu (entraîner le moins possible de produit à chaque lavage).
9. introduire le résidu dans le même ballon avec 100 ML de solution bouillante contenant 12,5 g/L de soude (NaOH).
10. Faire bouillir pendant 30min comme pour la première hydrolyse.
11. Ensuite filtrer le résidu sur un creuset de porosité 1 ou 2 préalablement pesé.
12. passer le creuset + résidu a l'étuve réglée à 105C° jusqu'à poids constant (B).
13. Effectuer les pesées après refroidissement au dessiccateur , puis incinérer dans le four a moufle a 400C° durant 5h , refroidir au dessiccateur et peser à nouveau (A).

La différence de poids entre les deux pesées représente la matière cellulosique : une grande partie de la cellulose vraie, une partie a la lignine et des résidus d'hémicellulose.

$$\text{Teneur en CB (\%MS)} = \{(A-B) \times 100 / C \times MS\} \times 100$$

A: poids du creuset + résidu après dessiccation

B: poids du creuset + résidu après incinération

C: poids de l'échantillon de départ

MS : Teneur en matière sèche(en%)

#### • Détermination de la matière grasse (MG)

La détermination a été réalisée par le dispositif Soxhlet. Nous avons réalisé toutes les étapes suivantes :

- 1- Pesée, puis emplacement de 3 à 5 g des échantillons alimentaires à analyser dans une cartouche de Soxhlet.
- 2- Mise en place du dispositif de Soxhlet.
- 3- Utilisation de 1 volume et demi de l'éther de Pétrole
- 4- Extraction pendant 6 à 8h (en fonction de nos échantillons)
- 5- Elimination du solvant par l'évaporateur rotatif.

6- Séchage de la matière grasse extraite dans une étuve réglée à 102°C pendant 3h.

7- Refroidissement dans un dessiccateur puis pesée des extraits secs

La teneur en matières grasses est obtenue :

$$\text{Teneur en MG (\% MS)} = [(A-B) \times 100 / C \times \text{MS}] \times 100$$

A: Poids du Ballon + les MG extraites (g) ; B : Poids du ballon vide (g) ; C: Poids de l'échantillon initial (g) ; MS: Teneur en matière sèche (%).

### **II.3. Détermination de l'énergie métabolisable des coques**

Afin de déterminer la valeur énergétique des coques d'amande, nous avons utilisé une équation de prédiction :

Ainsi, l'énergie métabolisable azote corrigée est égale à

$$\text{EM (kcal/kg)} = (37 \times \text{PB}) + (81 \times \text{MG}) + (35.5 \times \text{ENA}) - (36.5 \times \text{CB})$$

où :

- PB est la teneur en protéines brutes (%)
- MG est la teneur en matières grasses brutes (%)
- ENA est la teneur en extraits non azotés (%)
- CB est la teneur en cellulose brutes (%)

Les extraits non azotés (ENA) peuvent être calculés comme suit :

$$\text{ENA(\%)} = 100 - (\text{PB} + \text{MG} + \text{CB} + \text{Cendres})$$

### III. Résultats et Discussion

#### III.1. Composition chimique

Les résultats de la composition chimique des coques d'amande douce sont présentés dans le **tableau 01**

**TABLEAU N°01 : LA COMPOSITION CHIMIQUE DES COQUES D'AMANDE**

MS%	MM %MS	MG %MS	MAT/ PB %MS	CB %MS	ENA %MS	NDF %MS	ADF %MS	ADL %MS
85,02	9,24	0,89	3,63	14,14	57,12	42,03	29,28	28,24

Les analyses chimiques des substances alimentaires permettent d'avoir de connaître la composition de ces substances mais aussi de déterminer leurs caractéristiques nutritionnelles. En effet, l'apport nutritionnel de toute substance alimentaire (matière première ou sous-produit) est un important critère de classification qui permet de la classer substance alimentaire énergétique, protéique ou fibreuse (**Crampton & Harris, 1974 ; Ensminger, 1992**).

##### ♦ Teneur en matières sèches (MS) et d'humidité

L'analyse du taux de MS des coques d'amande montre une teneur de 85,02% sur la base du brut. ces résultats se rapprochent de ceux de **DePeters et al., (2020)** et **Wang et al., (2021)** qui ont enregistré un taux de matière sèche moyen de 86,82% et 85,50 respectivement.

Cette présente étude révèle un taux d'humidité de 14,98%. En Californie qui est l'état Américain où les coques d'amande charnues sont très commercialisées et utilisés en alimentation animale, des normes de classification et de commercialisation de ces sous-produits sur la base de leurs compositions chimiques ont été établies par le Département de l'Alimentation et de l'Agriculture de Californie depuis 2013. Ces normes exigent que les coques d'amande charnues ne doivent pas dépasser 13% d'humidité.

En comparant les résultats de ce présent travail à ces normes, nous constatons que le taux d'humidité (14,98% MS) est légèrement supérieur à ces normes ce qui peut compromettre la conservation de ce sous-produit pendant le stockage. Ce paramètre pourrait être amélioré en respectant ces normes (taux d'humidité<13%) au cours des procédés de séchage.

Toutefois, nos résultats corroborent ceux rapportés par certaines études portant sur la composition des coques d'amande des vergers californiens (**DePeters et al., 2000 ; Offeman et al., 2014, 2015 ; Holtman et al., 2015 ;**). Ces travaux ont enregistré des taux d'humidité allant de 12 % à 14 %.

♦ **Teneurs en matières minérales (MM)**

Nos résultats révèlent un taux de matières minérales de 9,24% MS. Cette valeur est comprise dans l'intervalle de la plupart des résultats rapportés par la bibliographie qui varient entre 8,8% à 10,1% (Hullers, 2016 ; Handlers, 2017 ; DePeters et al., 2020). Toutefois, le Département de l'Alimentation et de l'Agriculture de Californie depuis 2013 exige que les coques d'amande charnues ne doivent pas dépasser 9% de cendres. Ceci implique que lors du ramassage des coques d'amande, il serait plus prudent d'éviter d'éventuelle contamination par le sol.

♦ **Teneur en matière grasse (MG)**

Les analyses chimiques révèlent un très faible taux de matières grasses des coques d'amande (0,89% MS). Cette valeur est inférieure à celles de la pluparts des auteurs. Des teneurs variant entre de 1,6% à 6,7%. En effet, en Égypte, **Gabrial et al., (1981); Abd El-Aal et al., (1986)** révèlent des valeurs respectives des coques d'amandes de 2,51 et 2,53% de MS. En Inde un intervalle de variation de 2,7 à 6,7% de MS a été rapporté par **Kapoor et al., (1987)**. Dans une étude plus ancienne en URSS, des valeurs de 5,23 à 5,74% de matière minérales ont été obtenues (**Normakhmatou et Khudaishukurov, 1973**). Ceci pourrait être expliqué par plusieurs facteurs, tels que les espèces et les variétés de l'amandier et la pureté des coques. Lorsque ces dernières contiennent des parties du noyau (amande), le taux de matières grasses pourrait augmenter.

♦ **Teneurs en matières azotées totales (MAT)**

La plupart des travaux relatifs aux taux des matières azotées totales des coques d'amandes s'accordent à dire que ces sous-produit sont très faible en matières protéiques. Pareillement à ces travaux de recherche, nos résultats ont révélé une moyenne de matières azotées totales de 3,63% MS. Cette valeur est proche de celle rapportée par **De Peters et al., (2020)** (3,3% MS). Ces valeurs protéiques sont très loin par rapport aux recommandations alimentaires en protéines pour la volaille qui est entre 17 et 21 % de MAT (**INRA. 1991**). Ces sous-produits ne peuvent se substituer aux tourteaux qui représentent une matière première très couteuse.

♦ **Teneur en cellulose brute (CB)**

La teneur en CB des coques d'amande est de 14,14% MS. Ce résultat se rapproche de ceux de **DePeters et al. (2020)** qui rapportent un taux de matières cellulosiques de 15,90 et 19,70%. Toutefois, ce paramètre joue est très important pour la commercialisation de ces sous-produit. En effet, le Département de l'Alimentation et de l'Agriculture de Californie exige que les coques d'amande charnues ne doivent pas dépasser 15 % de cellulose brute.de cendres.

♦ **Teneur en NDF et ADF**

En comparaison avec les données de, DePeters et al .,(2020) qui montrent des valeurs de 21,4% pour les fibres détergentes (NDF) et de 15,4% pour les ADF, nos résultats indiquent une teneur en fibres significativement plus élevée de 42,03 et 29,28 % MS respectivement pour les NDF et ADF. Selon une étude de **Pustjens et al. (2018)**, la teneur en fibres des aliments pour animaux influence directement la digestibilité et la santé digestive des volailles et des ruminants. Une teneur modérée en fibres peut améliorer la santé intestinale en favorisant une meilleure fonction gastro-intestinale et en régulant la digestion des nutriments. De plus, les coques d'amandes, en tant que source de fibres alimentaires, sont étudiées pour leur potentiel à améliorer la composition des rations animales en augmentant la fibre brute, ce qui peut avoir des implications positives sur la santé animale et sur la réduction des coûts alimentaires (**García et al., 2020**).

### III.2. Valeurs nutritives des coques d'amande

Les valeurs de l'énergie métabolisable et des protéines brutes sont présentées dans le tableau 02

**TABLEAU 02 LES VALEURS DE L'ENERGIE METABOLISABLE ET DES PROTEINES BRUTES**

Sous-produit	Energie métabolisable azote corrigé	Protéines brutes
Coques d'amande	1435,184 Kcal/kg	33,6 g/Kg

Les valeurs de l'énergie métabolisable et des protéines brutes représentent deux paramètres très importants dans le domaine de la nutrition des volailles. En effet leurs valeurs aideront les nutritionnistes à mieux formuler Les régimes alimentaires en fonction des besoins des animaux. Malgré la faible teneur protéique de ce sous-produit, sa valeur énergétique ainsi que sa composition chimique sont similaires à plusieurs matières premières utilisées dans la formulation de l'aliment composé pour la volaille. En effet la richesse des coques d'amande en glucides simples donnée par la valeur l'extractif non azoté qui est de 57,12% MS justifie son importance énergétique.

## CONCLUSION

L'étude de la caractérisation chimique et nutritionnelle des coques d'amandes douces issues de la Wilaya de SAIDA démontre que ce sous-produit agroalimentaire possède un potentiel significatif pour être utilisé comme ingrédient dans l'alimentation des poulets de chair

La composition chimique révèle que les coques d'amande charnues sont des sous-produits avec une excellente teneur glucidique, une très faible valeur protéique et de bonnes teneurs en minéraux et en fibres.

En comparant nos résultats à ces normes, nous constatons que la teneur en cellulose brute (14,14%MS) et la teneur en cendres (9,21%MS) respectent les exigences de commercialisation et d'utilisation des coques d'amande charnues en alimentation animale. Toutefois, le taux d'humidité (14,98%MS) est légèrement supérieur à ces normes ce qui peut compromettre leur conservation pendant le stockage. Ce paramètre pourrait être amélioré

La valorisation des coques d'amandes douces en alimentation animale offre une solution prometteuse pour réduire les coûts de production et améliorer la durabilité des pratiques agricoles en Algérie. Une adoption plus large de cette approche pourrait également contribuer à la gestion des déchets agroalimentaires et à la réduction de l'impact environnemental.

## Liste de Références

---

1. Aguilar, A. A., Smith, N. E., & Baldwin, R. L. (1984). Nutritional value of almond hulls for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 67(1), 97-103.
2. Alibes X., Maestre M.R., Munoz F., Combelas J and Rodriguez J., 1983. Nutritive value of almond hulls for sheep, *Anim,feed sci .And Technol.*,8:63-67.
3. Almond Board of California. Almond Almanac. Modesto, California. 2022. Retrieved November 10, 2023. Available online: [https://www.almonds.com/tools-and-resources/crop-reports/almond-almanac?field\\_year\\_value=2022](https://www.almonds.com/tools-and-resources/crop-reports/almond-almanac?field_year_value=2022).
4. **Andrieu, J., Wisse, R.H., 1981.** Prévion de la digestibilité et de a valeurs énergétique des fourrages verts graminées et légumineuses. In C DERMAQUILLY (ed). Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Table de prévion de la valeur alimentaire des fourrages, P61-79.
5. Angkanaporn, K., Thacker, P. A., & Jensen, L. S. (1994). Influence of chicory inulin on growth performance, small intestinal morphology, and nutrient utilization of broiler chickens. *Poultry Science*, 73(1), 144-150.
6. Barreira JC, Pereira JA, Oliveira MB, Ferreira JC. Sugars profiles of different chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and almond (*Prunus dulcis*) cultivars by HPLC-RI. *Plant Foods Hum Nutr.* 2010 Mar;65(1):38-43.
7. Bedford, M. R., & Apajalahti, J. (2001). Microbial interactions in the response to exogenous enzyme utilization. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 13(2), 68-75.
8. Chen, C. Y., Milbury, P. E., & Blumberg, J. B. (2010). Polyphenols in almond skins after blanching modulate plasma biomarkers of oxidative stress in healthy humans. *Antioxidants & Redox Signaling*, 13(5), 657-664
9. Liu, Y., Che, T. M., Song, M., Lee, J. J., Bravo, D., & Pettigrew, J. E. (2020). Anti-inflammatory effects of chestnut tannins supplementation on pigs experimentally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Journal of Animal Science*, 98(2), skz397.
9. Cruess, W. V. (1949). Almond hulls in cattle rations. *California Agriculture*, 3(10), 12.
10. De Vries, S., Pustjens, A. M., Kabel, M. A., & Gerrits, W. J. (2014). Effects of dietary fibres on protein, fat and energy digestibility and fermentation products in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 185(1), 19-26.

11. Esfahlan, A.J.; Jamei, R.; Esfahlan, R.J. The importance of almond (*Prunus amygdalus* L.) and its by-products. *Food Chem.* 2010, 120, 349–360.
12. Fadel, J. G. (1992). Evaluation of almond hulls as a feedstuff for dairy cows. Final Report to the Almond Board of California. University of California, Davis.
13. Gailar B, 1974. Valeurs alimentaire des fourrages d’hiver. Ed. I.R.A, Alger.
14. García, J. B., Serna-Saldívar, S. O., Martínez-Bustos, F., Mora-Escobedo, R., Reyes-Moreno, C., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2020). Almond Hulls as Potential Fiber Sources for Animal Feeding: A Review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 29(3), 183-196. DOI: 10.22358/jafs/125737/2020
15. Hetland, H., Svihus, B., & Krogdahl, Å. (2004). Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *British Poultry Science*, 45(4), 495-502.
16. Holtman, K. M., Offeman, R. D., Franqui-Villanueva, D., Bayati, A. K., & Orts, W. J. (2015). Countercurrent extraction of soluble sugars from almond hulls and assessment of the bioenergy potential. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(9), 2490-2498.
17. Huang, G.; Karen, L. Chapter 15—Almonds. In *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*; Pan, Z.,
18. Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., González-Sánchez, D., Lázaro, R., & Mateos, G. G. (2009). Effects of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry Science*, 88(12), 2562-2574.
19. Kumar D, Ahmed N., 2014. Response of nitrogen and potassium fertigation to « Waris » Almond (*Prunus dulcis*) under Northwestern Himalyan Region of India. *Scientific World Journal*. 2014 Jan 22;2014:141328.
20. MA, R. K. (2015). Effects of Sweet Almond Meal on Growth Performance and Meat Quality in Japanese Quails. *Journal of Poultry Science*, 52(4), 341-347.
21. Mandalari G, Nueno-Palop C, Bisignano G, Wickham MS, Narbad A., 2008. Potential prebiotic properties of almond (*Dulcis communis* L.). *Appl Environ Microbiol*. 2008 Jul;74(14):4264-70.
22. Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M. P., & Lázaro, R. P. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), 156-174.

23. Nabizadeh, A. (2012). The effect of inulin on broiler chicken intestinal microflora, gut morphology, a
24. Norollahi, H., Kamalzadeh, A., & Karimi, A. (2005). Chemical composition and in vitro digestibility of twelve grape pomace. In Proceedings of British Society of Animal Science (p. 223).
25. Olivera, A. M., Lacerda, E. C. Q., Silva, A. M., Donzele, J. L., & Vaz, R. G. M. V. (2018). Cashew pulp as an alternative ingredient in broiler diets. *Poultry Science*, 97(8), 2820-2826.
26. Pan, D., & Yu, Z. (2014). Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes*, 5(1), 108-119.
27. Prgomet, I.; Goncalves, B.; Dominguez-Perles, R.; Pascual-Seva, N.; Barros, A. Valorization Challenges to Almond Residues: Phytochemical Composition and Functional Application. *Molecules* 2017, 22, 1774.
28. Princz, Z., Nagy, Z., Romvári, R., Kovács, J., & Andrásófszky, E. (2007). Effects of dietary fibre and energy level on the performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 86(6), 1013-1017.
29. Pustjens, A. M., de Vries, S., Gerrits, W. J., & Kabel, M. A. (2018). Effects of dietary fiber on digestive enzyme activities and gut morphology of poultry, pigs, ruminants, and fish: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(18), 3132-3149. DOI: 10.1080/10408398.2017.1346884
30. Raboy, V., Young, K. A., Dorsch, J. A., & Cook, A. (2001). Genetics and breeding of seed phosphorus and phytic acid. *Journal of Plant Physiology*, 158(4), 489-497.
31. Reed .B.A., Brown D.L., 1988. Almond hulls in diets for lactating goats; Effects on yield and composition of milk ,food intake and digestibility ,*J. Dairy Sci.*, 71:530-533.
32. Sang, S.M.; Cheng, X.F.; Fu, H.Y.; Shieh, D.E.; Bai, N.S.; Lapsley, K.; Stark, R.E.; Rosen, R.T. New type sesquiterpene lactone from almond hulls (*Prunus amygdalus* Batsch). *Tetrahedron Lett.* 2002, 43, 2547–2549.
33. Sanz.A, Ayesa M.,1984. Ensiladode peladuras de almendras en la alimentaeion de ovejas.Hojas divulgativas ,Ministerio de Agricultura ,14/84 HD :16 pp.
34. Schiavone, A., Guo, K., Tassone, S., Gasco, L., Hernandez, E., Denti, R., ... & Zoccarato, I. (2008). Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Science*, 87(3), 521-527.

35. **Soltner D., 1986.** Alimentation des animaux domestiques. 17<sup>ème</sup> Ed. Collection Sciences et technique agricoles. P 399.
36. **Spear, J., 1994.** Mineral in forages. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilisation, in: National Conference on Forage Quality, Lincoln,. Faher J.R. (Eds.), pp. 281–317.
37. Tavassolian I., Rabiei G., Gregory D., Mnejja M., Wirthensohn M.G., Hunt P.W., Gibson J.P., Ford C.M., Sedgley M., Wu S.B.. Construction of an almond linkage map in an Australian
38. Venkatachalam, M., & Sathe, S. K. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4705-4714.
39. Wang, J., Wu, C., Kong, F., and Kim, W.K., 2021. *Journal of Applied Poultry Research*. p. 100149; reprinted here with permission of the publisher
40. Yada, S.; Lapsley, K.; Huang, G.W. A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *J. Food Compos. Anal.* 2011, 24, 469–480.
41. Yang, Y., Iji, P. A., & Choct, M. (2009). Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *World's Poultry Science Journal*, 65(1), 97-114.
42. Zhang, R., Steven, Z., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2019; pp. 373–390.

## Résumé

Cette étude a pour objectif de caractériser sur le plan bromatologique et nutritionnel, les coques d'amande douce qui sont des sous-produits agroalimentaires de la culture des amandes douces. Ces sous-produits présentent une composition chimique favorable avec une teneur en matière sèche de 85,02% et en cellulose brute de 14,14%. Sur le plan nutritionnel, ces sous-produits présentent une excellente teneur glucidique, une très faible valeur protéique et de bonnes teneurs en minéraux et en fibres. Ceci leur confère un potentiel significatif pour être utilisé comme ingrédient dans l'alimentation des poulets de chair

**Mots clés :** Alimentation ; poulet de chair ; additifs ; performance ; sous-produit.

## abstract

This study aims to characterize, from a bromatological and nutritional perspective, sweet almond hulls, which are agro-industrial by-products of sweet almond cultivation. These by-products have a favorable chemical composition with a dry matter content of 85.02% and a crude fiber content of 14.14%. Nutritionally, these by-products exhibit an excellent carbohydrate content, a very low protein value, and good levels of minerals and fibers. This gives them significant potential to be used as an ingredient in broiler chicken feed.\*\*

**Keywords:** Nutrition; broiler chicken; additives; performance; by-product

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى توصيف القشور الحلوة للوز من الناحية البروماتولوجية والتغذوية، وهي من المنتجات الثانوية الزراعية لصناعة زراعة اللوز الحلو. تتميز هذه المنتجات الثانوية بتركيبية كيميائية مناسبة حيث تحتوي على نسبة مادة جافة تبلغ 85.02% ونسبة سليولوز خام تبلغ 14.14%. من الناحية التغذوية، تتميز هذه المنتجات الثانوية بمحتوى كربوهيدراتي ممتاز، وقيمة بروتينية منخفضة جداً، ونسب جيدة من المعادن والألياف.

وهذا يمنحها إمكانات كبيرة لاستخدامها كمكون في تغذية دجاج التسمين

**الكلمات المفتاحية:** تغذية ؛ دجاج اللحم ؛ مواد إضافية ؛ أداء ؛ المنتج الفرعي.