

Evaluation de la composition chimique des résidus agricoles du Nord du Maroc : cas de résidus de fraise, de framboise, d'haricot, de pois chiche et de féverole

El Otmani Samira ⁽¹⁾, Boulaich Hamza ⁽¹⁾, Chentouf Mouad ⁽¹⁾ et Chebli Youssef ⁽¹⁾

samira.elotmani@inra.ma

1 : Regional Center of Agricultural Research of Tangier, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, Rabat 10090, Morocco

Résumé

Au nord du Maroc, l'alimentation des caprins est basée sur les pâturages forestiers qui sont caractérisés par une faible disponibilité de l'offre fourragère. La substitution des ressources alimentaires conventionnelles pour le bétail par des résidus agricoles largement disponibles pourrait être utilisée dans l'alimentation des ruminants. Cependant, cette substitution nécessite préalablement la connaissance de leur apport nutritif. Ce travail vise à évaluer la composition chimique de certains de ces résidus agricoles disponibles dans la région. Des échantillons de résidus de fruits rouges (fraise et framboise) et de légumineuses (féverole, pois chiche et haricot) ont été collectés. Les paramètres étudiés étaient la matière sèche, la matière minérale, les fibres (NDF « fibres à détergeant neutre », ADF « fibres à détergeant acide » et ADL « la lignine ») et les composés secondaires (phénols totaux et tanins condensés). Les résultats ont montré que tous les paramètres différaient significativement selon les sous-produits étudiés ($P < 0,01$). Les résidus de fraises avaient la teneur en eau la plus élevée par rapport aux autres sous-produits (67,5%). La matière minérale était plus faible dans les résidus de pois chiches (6,6%MS) et plus élevée dans les sous-produits de framboises et de haricots (10,5 et 9,4 % MS, respectivement). La plus faible teneur en fibres (NDF, ADF et ADL) a été obtenue dans les résidus de framboise (47,5, 29,6, 11,4 %MS, respectivement). Les résidus de fraises présentaient la concentration la plus élevée des composés secondaires (25,5 et 4,3%MS des phénols totaux et tanins condensés, respectivement), tandis que les teneurs les plus faibles ont été observées dans les sous-produits d'haricot (10,2 et 1,1%MS des phénols totaux et tanins condensés, respectivement). En conclusion, l'utilisation de ces résidus agricoles semble être une solution pour diversifier l'alimentation de bétail et réduire les coûts d'alimentation.

Mots-clés : Résidu agricole, composition chimique, alimentation animale, Nord du Maroc.

Evaluation of the chemical composition of agricultural by-products in the Northern Morocco: case of strawberries, raspberries, beans, chickpeas, and faba beans by-products.

Abstract

In northern Morocco, goats' diet is based on forest pastures characterized by low availability of fodder supply. Substitution of conventional feed resources for livestock with widely available agricultural residues could be used in ruminant feed. However, this substitution requires prior knowledge of their nutrient intake. This work aims to evaluate the chemical composition of some of these agricultural residues available in the region. Samples of residues from red fruits (strawberries and raspberries) and legumes (faba beans, chickpeas, and beans) were collected. The studied parameters were dry matter, mineral matter, fibers (NDF "neutral detergent fiber", ADF "acid detergent fiber" and ADL "lignin") and secondary compounds (total phenols and condensed tannins). The results showed that all the parameters differed significantly according to the studied by-products ($P < 0.01$). Strawberry residues had the highest water content compared to other by-products (67.5%). Mineral matter was lower in chickpea residues (6.6% DM) and higher in raspberry and bean by-products (10.5 and 9.4 % DM, respectively). The lowest fiber content (NDF, ADF and ADL) was found in raspberry residue (47.5, 29.6, 11.4 %DM, respectively). Strawberry residues had the highest concentration of secondary compounds (25.5 and 4.3%DM of total phenols and condensed tannins, respectively), while the lowest levels were observed in bean by-products (10.2 and 1.1%DM of total phenols and condensed tannins, respectively). In conclusion, the use of these agricultural residues seems to be a solution to diversify livestock feed and reduce feed costs.

Keywords: Agricultural by-products, chemical composition, animal feed, Northern Morocco.

تقييم التركيب الكيميائي للمنتجات الثانوية الزراعية في شمال المغرب: بقايا الفراولة، التوت، الفاصولياء، الحمص و الفول

العثماني سميرة، بولعيش حمزة، شنتوف معاد والشبلي يوسف

ملخص

في شمال المغرب، يعتمد النظام الغذائي للماعز على المراعي الغابوية التي تتميز بقلة الوفرة. يمكن تعويض الموارد الغذائية التقليدية بالمنتجات الثانوية الزراعية المتوفرة على نطاق واسع في تغذية الحيوانات المجترة. لذلك، من الضروري معرفة قيمتها الغذائية. لهذا، يهدف هذا العمل إلى تقييم التركيب الكيميائي لبعض هذه المنتجات الثانوية الزراعية المتوفرة في المنطقة. تم جمع عينات من بقايا الفاكهة الحمراء (الفراولة والتوت) والبقوليات (الفول والحمص والفاصولياء). تمت دراسة المادة الجافة والمواد المعدنية والألياف (NDF و ADF و ADL) والمركبات الثانوية (الفينولات الكلية والعفص المكثف). أوضحت النتائج أن جميع المنتجات الثانوية تختلف بشكل كبير ($P < 0.01$) فيما يخص التركيب الكيميائي. تحتوي بقايا الفراولة على أعلى نسبة من الماء مقارنة بالمنتجات الثانوية الأخرى (67,5%). كانت نسبة المواد المعدنية أقل في بقايا الحمص (6,6% من المادة الجافة) وأعلى في منتجات التوت والفول الثانوية (10,5 و 9,4% من المادة الجافة، على التوالي). وتم العثور على أقل محتوى من الألياف في بقايا التوت (47,5 و 29,6 و 11,4% من المادة الجافة، من NDF و ADF و ADL على التوالي). أما بقايا الفراولة فتحتوي على أعلى تركيز للمركبات الثانوية (25,5 و 4,3% من المادة الجافة، من الفينولات الكلية والعفص المكثف على التوالي)، بينما لوحظت أقل المستويات من هذه المركبات في المنتجات الثانوية للفاصولياء (10,2 و 1,1% من المادة الجافة، من الفينولات الكلية والعفص المكثف على التوالي). في الختام، يبدو أن استخدام هذه المنتجات الزراعية هو حل لتنويع الموارد العلفية وتقليل تكاليف تغذية الحيوانات المجترة.

الكلمات المفتاحية: المنتجات الثانوية الزراعية، التركيب الكيميائي، التغذية الحيوانية، شمال المغرب.

Introduction

La chèvre (*capra hircus*) est une espèce des ruminants qui se caractérise par un forte capacité d'adaptation aux conditions difficiles et c'est grâce à ses spécificités anatomiques et physiologiques lui permettant de s'adapter à des climats arides et semi-arides et de mieux valoriser le couvert végétal à faible qualité nutritionnelle par rapport aux autres ruminants (Dziba et al., 2003). Pour cela, ce cheptel est rencontré en grand effectifs dans les régions à environnement rude.

Au Maroc, l'effectif du cheptel caprin est de l'ordre de 5,73 millions de têtes (FAO, 2018). Il présente plus de 19% du cheptel des ruminants qui s'élève à plus de 29 millions de têtes (FAO, 2018). Selon Benlekhal et al. (2012), l'élevage caprin se localise dans les grandes chaînes de montagnes, notamment le Haut Atlas (31%), le Nord (24%), le Moyen Atlas (20%) et le Nord-Est (l'Oriental, 20%), où il présente une activité importante génératrice de revenus, et une ressource alimentaire pour la population locale.

Dans la région du Nord du Maroc (Al Hoceima, Chefchaouen, Tétouan, Tanger et Larache), le cheptel caprin est estimé à 492 570 têtes, présentant 8,3 % du troupeau caprin marocain et 26 % du cheptel régional des ruminants (MAPMDREF, 2020). Ce cheptel est localisé en grande partie (68 %) dans les zones montagneuses des provinces de Chefchaouen, et de Tétouan où il présente 97 % et 82 % du cheptel des ruminants, respectivement (MAPMDREF, 2016). Dans ces zones montagneuses et rurales du Nord du Maroc, l'élevage caprin constitue la principale activité de la population rurale, et contribue à 68 % des revenus pour les élevages à production de viande et à 78 % pour les élevages à production laitière (Chentouf et al., 2011a). Ce cheptel est dépendant des espaces sylvopastoraux qui présentent une source d'unités fourragères gratuites valorisables par cet animal (Chebli et al., 2020 et 2022b). Ces espaces forestiers s'étendent sur une superficie de 405 370 Ha (HCEFLCD, 2009). Ces parcours contribuent à 100% et 49 - 78 % de l'alimentation du troupeau à production de viande et mixte, respectivement (Chebli et al., 2022a; Mesbahi, 2006). Les élevages caprins sont caractérisés par une faible production de viande et de lait (production du lait de 46,5 kg/chèvre/lactation, et productivité pondérale à 70 jours de 6,8 kg de viande/ chèvre, dans le système extensif à viande), expliquant le faible revenu des élevages caprins (marge brute de 134 dh (=13 €) /chèvre/an dans un système extensif à viande) (Fagouri et Bouissa, 2008; Chentouf et al., 2011a,b). Ceci qui est liée à l'alimentation qui est basée essentiellement sur les espèces pastorales des parcours forestiers (Chentouf et al., 2004). L'offre fourragère pastorale est caractérisée par une variation saisonnière et annuelle ce qui ne satisfait pas les besoins du cheptel (Chebli et al., 2021). Aussi, la surcharge animale exerce une pression sur les parcours ce qui affecte négativement la quantité et la qualité de la flore pastorale (Chebli et al., 2022b). Pour faire face à ce problème et réduire la dégradation de ces parcours en améliorant la ration alimentaire du cheptel caprin et la productivité de ces élevages, il s'est avéré nécessaire de trouver des solutions alternatives. L'utilisation des ressources alimentaires non conventionnelles semble une solution. Ces ressources alimentaires alternatives sont produites localement et peuvent totalement ou partiellement se substituer aux fourrages ou aux concentrés réduisant ainsi le coût de l'alimentation tout en maintenant les niveaux de performances des troupeaux (Lassoued et al., 2011). Ces ressources peuvent constituer, à moindre coût, un apport alimentaire permettant une valorisation des

produits susceptibles d'être éliminés et rejetés dans la nature (Geoffroy et al., 1991), en intégrant la production animale à la production végétale et aux industries sans compétition entre l'homme et l'animal. Parmi les ressources alimentaires alternatives, on trouve les sous-produits des cultures destinées à l'alimentation humaine. Ces cultures génèrent en plus des graines, fruits ou légumes, destinés à assurer la sécurité alimentaire, des produits secondaires non comestibles et non valorisable dans l'alimentation humaine comme la paille, les fanes, les feuilles, etc. Grâce à leur système digestif, les ruminants sont caractérisés par leur capacité de valoriser ces ressources non comestibles par les humains. En sachant leur apport alimentaire, ces produits secondaires peuvent entrer dans l'alimentation des ruminants afin de la diversifier.

La région du Nord du Maroc est connue par les cultures des fruits rouges, les cultures maraîchères et les légumineuses. Parmi les fruits rouges dans cette région, la culture de fraise est la plus cultivée avec une superficie de 2,4 milles Ha, alors que la culture de framboise s'étale sur 840 Ha (MAPMDREF, 2016). Ces deux cultures génèrent des grandes quantités de feuilles suite à la désinstallation de la culture de fraise et la taille de la framboise. Dans la région du Nord du Maroc, les cultures maraîchères occupent une superficie de 9,69 milles Ha (MAPMDREF, 2016), et parmi ces cultures il y a la culture du haricot qui génère un sous-produit composé de tiges et des feuilles. Quant aux légumineuses, les cultures de pois chiche et de la féverole sont pratiquées sur 16,51 et 12,77 milles Ha, respectivement (MAPMDREF, 2016). Après la récolte des graines de ces deux cultures, des grandes de quantités de la paille sont produites qui peuvent être valorisées par les ruminants.

Ainsi, les cultures des fruits rouges, les cultures maraîchères et les légumineuses génèrent des grandes quantités de sous-produits qui peuvent être valorisées dans l'alimentation chu cheptel caprin, afin de réduire la dépendance aux parcours et d'améliorer le calendrier alimentaire et la productivité des élevages. Contrairement aux sous-produits des cultures fourragères qui sont largement étudiées et valorisées, les sous-produits des cultures destinées à l'alimentation humaine sont peu étudiés. Pour une meilleure incorporation de ces ressources dans la ration des ruminants, il est nécessaire d'abord de connaître leur composition et leur apport nutritionnel. Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de caractériser la composition chimique de quelques sous-produits des cultures pratiquées dans la région du Nord du Maroc (les résidus de fraise, de framboise, d'haricot, de la féverole et du pois chiche), afin de les incorporer dans la ration du cheptel caprin.

Matériel et Méthodes

Collecte des échantillons

La collecte des échantillons a été réalisée au niveau de différents sites de la province de Larache. Ces échantillons collectés sont parmi les cultures les plus pratiquées dans la région. Un effectif de 5 échantillons des sous-produits de l'agriculture, issus des fruits rouges et des légumineuses, a été collecté. Ces échantillons représentent la partie consommable par les animaux, à savoir les feuilles de fraise (à l'état vert après la deuxième année de production), les feuilles de framboise (à l'état vert après la taille) pour les fruits rouges, et les résidus d'haricot sec, du poids chiche, et de la féverole (à l'état sec après la récolte) pour les légumineuses. Trois échantillons par sous-produit étudié ont été collectés, et séchés pour déterminer leur composition chimique. Les analyses des échantillons collectés ont été réalisées en triplet.

Préparation des échantillons

Les échantillons ont été d'abord séchés à une faible température (à 40°C) durant 72 heures dans une étuve ventilée afin de ne pas détériorer leur composition (FAO-IAEA, 2000). Après, ils ont été pesés à plusieurs reprises jusqu'à avoir un poids constant. Une fois le poids est fixé, les échantillons ont été broyées à l'aide d'un broyeur à couteau (Retsch SM 100 ©). Après le broyage, les échantillons ont été tamisés à l'aide d'un tamis de 1 mm de diamètre pour avoir une taille convenable aux protocoles des analyses. Ensuite, ils ont été conservés dans des boîtes en plastiques hermétiquement fermées à l'abri de lumière et de l'humidité.

Analyses chimiques

Matière sèche et minérale

Pour déterminer la teneur en matière sèche, les échantillons frais ont été séchés dans une étuve ventilée à 105°C ± 2 jusqu'à obtention de poids constant.

La teneur en matière minérale a été estimée par l'incinération de 2 g d'échantillon dans un four à moufle durant 12 heures à une température de 550 °C ± 5 (AOAC, 1997; N°942.05).

Fibres pariétales

La teneur en fibres des échantillons étudiés (fibres au détergent neutre : NDF ; fibres au détergent acide : ADF ; lignine : ADL) a été analysée à l'aide d'un analyseur de fibres ANKOM® 200 (ANKOM Technology, Macedon, NY, États-Unis), selon la méthode de Van Soest et al. (1991). Le NDF a été déterminé par la préservation de la fraction insoluble composée de la cellulose, de l'hémicellulose et de la lignine après une attaque à l'aide d'un détergeant neutre en utilisant l' α -amylase et la sulfite de sodium, à une température de 100 °C. La détermination de ADF est réalisée par la solubilisation de glucides solubles, protéines, lipides, hémicelluloses et substances minérales solubles dans une solution acide pour garder la cellulose et la lignine qui a subi ensuite un traitement par l'acide sulfurique pour préserver la lignine.

Composés secondaires

La quantification des phénols totaux (PT) a été réalisée selon la méthode décrite par Makkar et al. (1993) en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu avec une spectrophotométrie à 725 nm d'absorbance, après une extraction en utilisant une solution aqueuse de 70% d'acétone, et l'élaboration de la courbe de l'étalonnage à l'aide des solutions contenant différentes concentrations en acide tannique. Les tanins condensés (TC) ont été dosés selon Porter et al. (1985) en utilisant l'acide-butanol et le réactif ferrique avec l'extrait de l'échantillon qui sont chauffés dans un bain marie à une température entre 97 à 100°C durant 1 h avant la lecture à l'aide de spectrophotométrie avec une absorbance de 550 nm.

Analyses statistiques

Les données brutes obtenues ont été analysées statistiquement à l'aide du logiciel SAS 9.4, selon le modèle ANOVA à seul facteur de variation (sous-produit), et les probabilités ont été considérées comme significatives à une valeur inférieure à 0,05. Au cas d'effet significatif, le test de Tukey de comparaison des moyennes a été utilisé.

Résultats et Discussion

La Figure 1 représente la teneur des différents sous-produits de l'agriculture en matière sèche (a) et en matière minérale (b). D'après les résultats, la teneur en matière sèche des sous-produits étudiés a varié entre 32,5 et 74 % observées chez les feuilles de fraise et la paille de la féverole, respectivement. Tous les sous-produits étudiés ont eu une teneur en eau statistiquement similaire à l'exception des résidus de la fraise ($P < 0.001$). Cette similitude de la teneur en matière sèche de la majorité des sous-produits est attendue, car ces résidus de culture sont collectés après la récolte des produits primaires quand la plante est au stade final. Quant aux feuilles de fraise, elles ont été plutôt humides car leurs feuilles sont à l'état vert contrairement aux autres sous-produits dû à la désinstallation de la culture après deux ans de production et la réduction du rendement.

Pour la teneur en matière minérale qui présente la partie inorganique de la plante. Ce paramètre oscillait entre 10,5 et 6,6% observé respectivement chez les feuilles de framboise et le résidu du pois chiche respectivement, et cette variation a été très hautement significative ($P < 0,001$). Les feuilles du framboise et le résidu du haricot contenaient les teneurs les plus faibles en matière organique (10,5 et 9,37 %MS, respectivement). La teneur en matière minérale a été similaire chez les feuilles de fraise et la paille de féverole. Asar et al. (2010) ont reporté une teneur en matière minérale de 18,4 % pour la paille de la féverole séchée qui est supérieur du résultat obtenu dans la présente étude et qui est de 7,5 %. Le résultat de la matière minérale de résidu de pois chiche est similaire à celui de Bampidis et Christodoulou (2011) qui ont rapporté une valeur de 6,8 %.

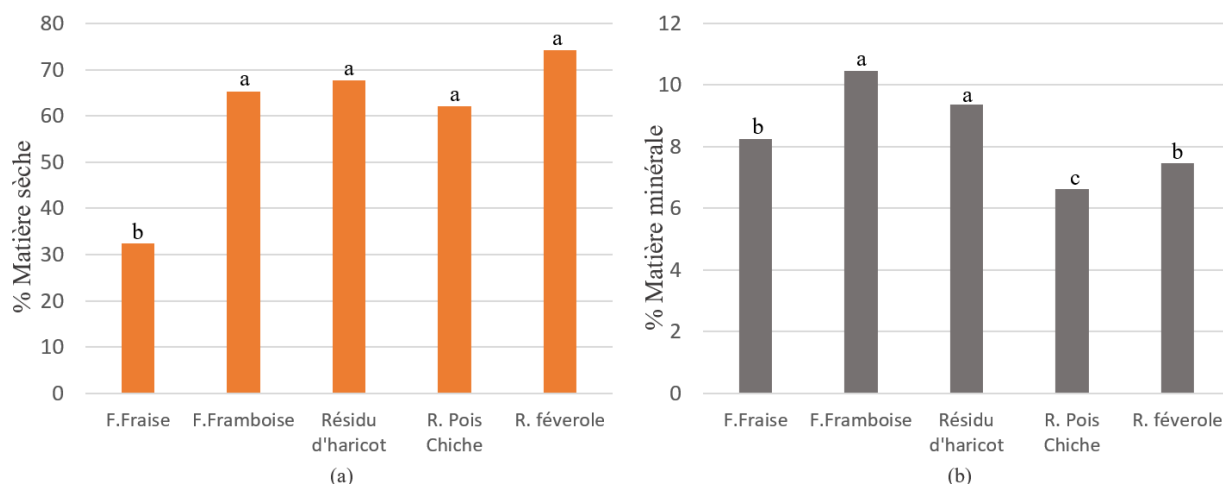


Figure 1. Teneur des sous-produits étudiés en matière sèche (a) et en matière minérale (b) en % de MS. ^{a-c} Valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Les teneurs en fibres des sous-produits d'agriculture étudiés ont été présentées dans la Figure 2. Le NDF présente les fibres moyennement digestibles par les ruminants. Il est composé de l'hémicellulose, la cellulose et la lignine. Il varie entre 47% chez les fourrages verts et 79% dans la paille (Agabriel, 2007). Les teneurs en NDF dans les sous-produits étudiés différaient d'une manière très hautement significative ($P < 0.001$). Les taux les plus élevées ont été enregistrées chez les feuilles de la fraise et la paille de la féverole avec 70,5 et 65%, respectivement. Alors que les feuilles de framboise contenaient la teneur la plus faible en NDF avec 47,5%. Les sous-produits d'haricot et de pois chiche avaient une teneur en NDF similaire qui est en moyenne de l'ordre de 58,4%. Cette teneur est inférieure à celle rapportée par Bampidis et Christodoulou (2011) pour la paille de pois chiche et qui est de 69,4 %.

L'ADF est égale au NDF moins la fraction hémicellulose. Il présente la fraction des fibres lentement digestible. Il est de l'ordre de 23 % chez les fourrages verts et de 50% chez les pailles (INRA, 2007). Comparativement au NDF, la paille de la féverole a la teneur la plus élevée en ADF avec 42,5 %, et les feuilles de framboise avaient la teneur la plus faible avec un taux de 29,6 % ($P < 0.01$). Les feuilles de fraise, le résidu du pois chiche et du haricot ont une teneur en ADF statistiquement similaires avec une moyenne de 35,7 % qui est inférieure à celle rapporté par Bampidis et Christodoulou (2011) pour le pois chiche et qui est de 51,6 %. La teneur élevée en NDF et la faible teneur en ADF peut rendre les feuilles de fraise rapidement digestible par rapport aux autres sous-produits.

Quant à la lignine ou l'ADL, il présente les fibres qui sont totalement indigestibles et qui limitent la digestibilité d'autres nutriments affectant ainsi l'apport nutritionnel des aliments. Comparativement aux autres fibres, les teneurs en ADL dans les sous-produits étudiés ont été différentes d'une manière très hautement significative ($P < 0.001$). La teneur la plus élevée en ADL est de celle des feuilles de fraise qui est de 20% suivi du résidu du haricot avec 14%. Les autres sous-produits ont les teneurs les plus faibles qui sont statistiquement similaires avec une moyenne de 11.1%. Cette moyenne est exactement similaire à celle rapportée par Bampidis et Christodoulou (2011) pour la paille de pois chiche (11,1%). La forte teneur des feuilles de fraise en

lignine peut être due au fait que cette plante est connue par sa teneur élevée en phénols et en tannins qui diminuent durant la croissance de la plante et se convertissent en lignine (Kefeli et al., 2003).

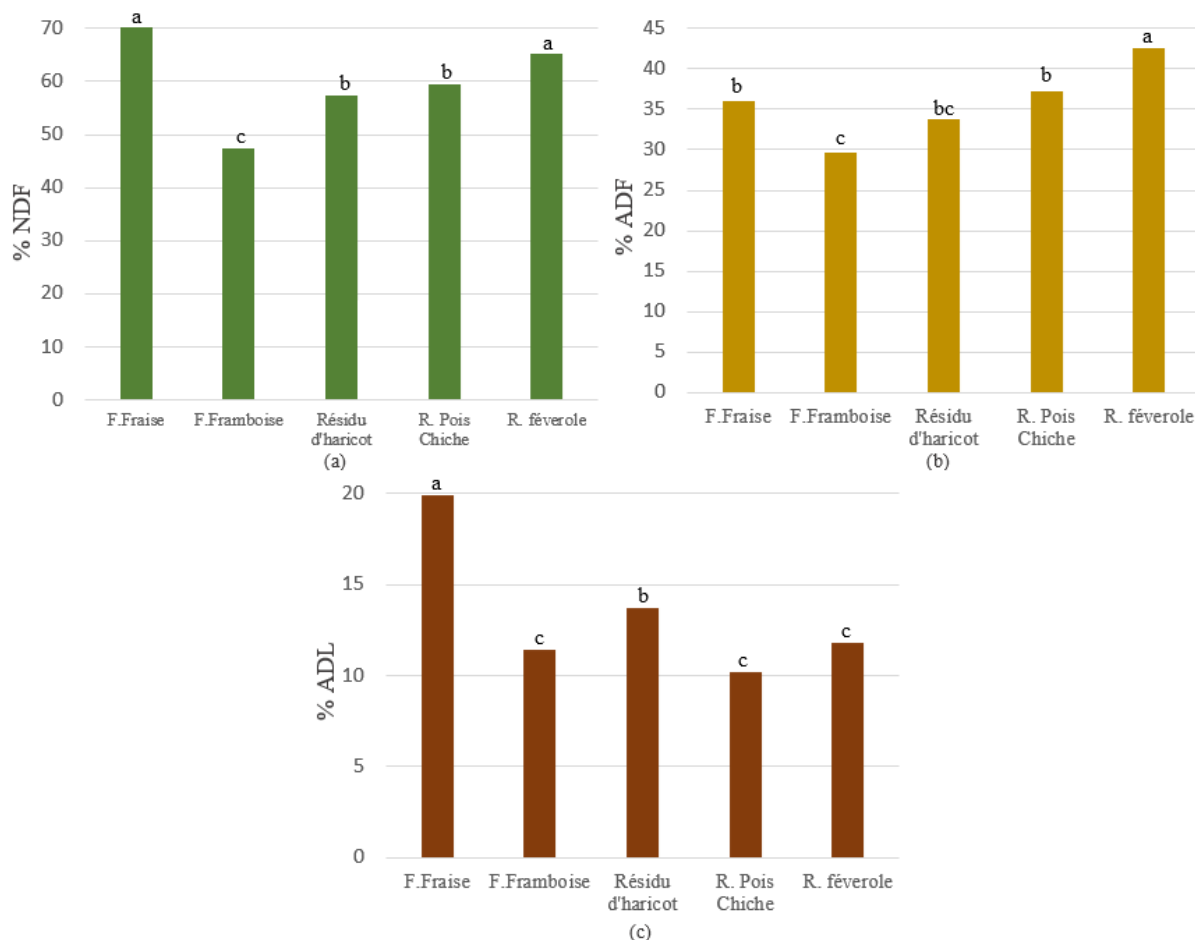


Figure 2. Teneur des sous-produits étudiés en fibres (NDF (a), ADF (b), et ADL (c)) en % de MS. ^{a-c} Valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Les teneurs en composés secondaires sont présentées dans la Figure 3. Les polyphénols ou les composés phénoliques, sont des produits appartenant au métabolisme secondaire de la plante. Ces substances jouent un rôle majeur dans l'interactions de la plante avec son environnement, pour assurer sa persistance dans son écosystème (Achat, 2013). Ils présentent son système de défense contre les prédateurs. Les tannins condensés sont les responsables de l'astringence de quelques fruits avant la maturité comme les raisins, le thé, et de l'amertume du chocolat (Achat, 2013). Dans l'alimentation des ruminants, des doses élevées des tannins condensés ont des effets négatifs sur la digestibilité des protéines, sur la flore bactérienne ruminale et sur la quantité ingérée. Selon Min et al. (2003), une dose de 2 à 4,5% MS des tannins condensés réduit la dégradation des protéines au niveau du rumen en raison de leur liaison avec ces derniers et de la réduction des populations de bactéries protéolytiques du rumen.

Les teneurs en composés secondaires sont significativement variables entre les sous-produits étudiés ($P < 0,001$). Ces composés secondaires sont élevés dans les feuilles de fraise avec 25,5 et 4,30 % MS respectivement pour les phénols totaux, et les tannins condensés. Alors que les faibles teneurs sont celles de résidu d'haricot avec 10,2 et 1,1 % MS respectivement pour les phénols totaux et les tannins condensés. La teneur des feuilles de framboise en phénols totaux était de l'ordre de 17,6 % MS ce qui est inférieure au résultat de Costea et al. (2016) et qui est de 32,3 %. Les vieilles feuilles de féverole contiennent 21,6 à 43,2 % des phénols totaux (Duan et al., 2021) qui est supérieur au résultat obtenu et qui est de 15,5 %. Cette infériorité est due au fait que le résidu de féverole contient de la tige en plus des feuilles. Les composés secondaires sont des produits métaboliques des végétaux qui sont élevés chez les plantes durant la période de croissance et qui sont très faible chez les plantes mûres ce qui peut expliquer la teneur élevée chez les feuilles vertes de fraise et la faible teneur chez la paille de la féverole. D'après les résultats, les résidus des fruits rouges et du pois chiche ont une teneur élevée en tannins condensés (2,9 à 4,3 %) qui peut affecter la digestibilité des protéines. Il se peut que ces teneurs n'affecte pas la digestibilité des caprins, et c'est grâce à la présence d'une bactérie capable de dégrader les complexes tannins et protéines et l'activité du tanninase au niveau du rumen (Brooker et al., 1994; Kotsampasi et al., 2017; Molina-Alcaide and Yáñez-Ruiz, 2008). En plus, les caprins exposés à des fortes doses des tannins condensés ont la capacité de produire plus de quantités de salive, et protéines salivaires riches en proline capables de désactiver l'activité des tannins condensés (Mkhize et al., 2014 ; Waghorn et al., 2008).

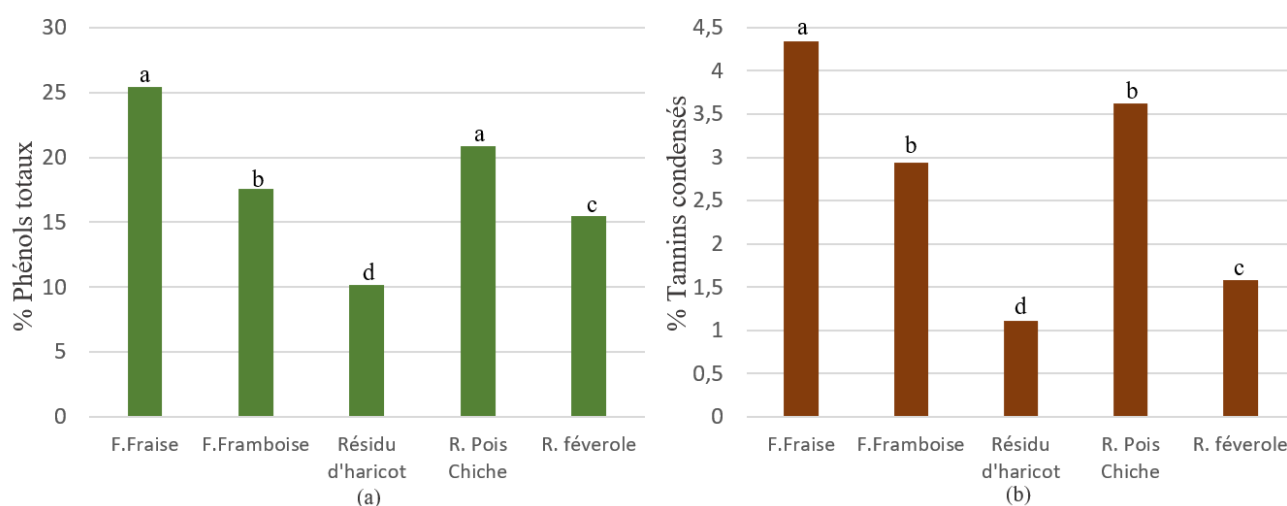


Figure 3. Teneur des sous-produits étudiés en composés secondaires (phénols totaux (a), Tannins condensés (b)) en % de MS. ^{a - c} Valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Conclusion

L'utilisation des sous-produits d'agriculture dans l'alimentation des ruminants présente une solution promotrice pour la diversification de la ration des caprins ainsi que la réduction de la dépendance aux parcours forestiers et aux coûts liés à l'alimentation. L'analyse de la composition chimique des sous-produits étudiés ont permis de déduire que certaines ressources alternatives étudiées ne contiennent pas des teneurs élevées en composantes limitant leur digestion. Ce travail présente des résultats préliminaires qui doivent être suivis par d'autres études sur la digestibilité de la matière organique et azotée qui sont nécessaire afin de déterminer leur apport en unité fourragère et en protéines, pour une meilleure utilisation et incorporation dans la ration alimentaire. Ces sous-produits peuvent être utilisés directement après la récolte, ou après le fanage qui est convenable au cas d'une utilisation en dehors du périmètre de production spécialement pour les feuilles des fruits rouges. D'autres sous-produits de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire peuvent être investigués et évalués afin d'être utilisés comme une source alimentaire alternative pour les ruminants.

Références bibliographiques

- Achat S. (2013). Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Autre. Université d'Avignon; Université Abderrahmane Mira - (Bejaïa, Algérie).
- Agabriel J., (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins: besoins des animaux, valeurs des aliments: tables Inra 2007. Editions Quae.
- AOAC. (1997). (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC International: Arlington, VA, USA.
- Asar M.A., Osman M., Yakout H.M. et Safoat A. (2010). Utilization of corn-cob meal and faba bean straw in growing rabbits diets and their effects on performance, digestibility and economical efficiency. Poultry Science. Vol. 30(2). p.415-442.
- Bampidis V.A. et Christodoulou V. (2011). Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. Animal Feed Science and Technology. Vol. 168(1-2). p. 1-20.
- Benlekhal A., Tazi S. et Naimi N. (2012). Développement de la filière caprine dans le cadre du Plan Maroc Vert. L'élevage caprin : Acquis de recherche, Stratégie et Perspectives de développement. p.13-21.
- Brooker J.D., O'Donovan L.A., Skene I., Clarke K., Blackall L. et Muslera P. (1994). *Streptococcus caprinus* sp. Nov., a tannin-resistant ruminal bacterium from feral goats. Letters in Applied Microbiology. Vol. 18(6), p.313–318.
- Chebli Y., El Otmani S., Chentouf M., Hornick J.L. et Cabaraux J.F. (2021). Temporal variations in chemical composition, *in vitro* digestibility, and metabolizable energy of plant species browsed by goats in southern Mediterranean forest rangeland. Animals. Vol. 11(5). 1441.

Chebli Y., El Otmani S., Hornick J.L., Keli A., Bindelle J., Chentouf M. et Cabaraux J.F. (2022a). Using GPS collars and sensors to investigate the grazing behavior and energy balance of goats browsing in a Mediterranean forest rangeland. *Sensors*. Vol. 22. 781. <https://doi.org/10.3390/s22030781>

Chebli Y., El Otmani S., Hornick J.L., Keli A., Bindelle J., Cabaraux J.F. et Chentouf M. (2022b). Forage availability and quality and feeding behaviour of indigenous goats grazing in a Mediterranean silvopastoral system. *Ruminants*. Vol. 2. p.74–89. <https://doi.org/10.3390/ruminants2010004>

Chebli Y., El Otmani S., Chentouf M., Hornick J.L., Bindelle J. et Cabaraux J.F. (2020). Foraging behavior of goats browsing in Southern Mediterranean forest rangeland. *Animals*. Vol. 10. 196. <https://doi.org/10.3390/ani10020196>.

Chentouf M., Ayadi M. et Boulanouar B. (2004). Typologie des élevages caprins dans la région de Chefchaouen au Nord du Maroc : fonction actuelle et perspectives. Evolution des systèmes de productions ovine et caprine : avenir des systèmes extensifs face aux changements de la société (série A : séminaires méditerranéens, N° 61, Options Méditerranéennes)

Chentouf M., Zantar S., Doukkali M.R., Farahat L.B., Jouamaa A. et Aden H. (2011a). Performances techniques et économiques des élevages caprins dans le Nord du Maroc. *Options Méditerranéennes*, 100, 151-156.

Chentouf M., Zantar S., Ayadi M., Zerrouk M., Keli A. (2011b). Performances de production et qualité des produits de deux systèmes de production caprine au Nord du Maroc. *Options Méditerranéennes*, 100, 101-106.

Chimi H. 2006. Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Transfert de technologie en agriculture. Rabat. 141. 4 p. <http://www.agrimaroc.net/141.pdf>. Consulté le 30/07/2019.

Costea T., Lupu A.R., Vlase L., Nencu I. et Gird C.E. (2016). Phenolic content and antioxidant activity of a raspberry leaf dry extract. *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 21(2), 11345.

Duan S.C., Kwon S.J. et Eom S.H. (2021). Effect of Thermal Processing on Color, Phenolic Compounds, and Antioxidant Activity of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Leaves and Seeds. *Antioxidants*. Vol.10. 1207. <https://doi.org/10.3390/antiox10081207>

Dziba L.E., Scogings P.F., Gordon I.J. et Raats J.G. (2003). Effects of season and breed on browse species intake rates and diet selection by goats in the False Thornveld of the Eastern Cape, South Africa. *Small Ruminant Research*. Vol. 47. p.17–30.

Fagouri S. et Bouissa M. (2008). Typologie des systèmes d'élevage caprin au Nord du Maroc : Voie de développement. *L'éleveur – Spécial Caprin*; Vol.16. p. 58-60.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). FAOSTAT. www.fao.org/faostat/en/.

FAO-IAEA. (2000). Quantification of tannins in tree foliage. Working document. IAEA, Vienna, 26 p.

Geoffroy F., Naves M., Saminadin G., Borel H. et Alexandre G. (1991). Utilisation des ressources alimentaires non conventionnelles par les petits ruminants. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux*. 1991 n° spécial) : p.105-112.

HCEFLCD. (2009). Forêts en chiffres. <http://www.eauxetforets.gov.ma/fr/text.aspx?id=1035&uid=53>

Jout J. (2004). Situation de l'élevage caprin dans la province de Chefchaouen : rapport présenté pour l'obtention du grade d'Ingénieur Principal, 20p.

Jout J. (2012). Situation et stratégies de développement de l'élevage caprin laitier dans la région de Tanger-Tétouan. *L'élevage caprin : Acquis de recherche, Stratégie et Perspectives de développement*. p.23-34.

Kefeli V.I., Kalevitch M.V. et Borsari B. (2003). Phenolic cycle in plants and environment. *Journal of Cell and Molecular Biology* Vol. 2. p.13–18.

Kotsampasi B., Bampidis V.A., Tsiaousi A., Christodoulou C., Petrotos K., Amvrosiadis I., Fragioudakis N. et Christodoulou V. (2017). Effects of dietary partly destoned exhausted olive cake supplementation on performance, carcass characteristics and meat quality of growing lambs. *Small Ruminant Research*. Vol. 156. p.33–41. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.08.013>

Lassoued N., Rekik M., Ben Salem H. et Mahouachi M. (2011). Utilisation des ressources alimentaires alternatives et performances de reproduction des ovins en Tunisie. In : Khlij E. (ed.), Ben Hamouda M. (ed.), Gabiña D. (ed.). *Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité*. Zaragoza : CIHEAM / IRESA / OEP, 2011. p. 67-72. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 97).

Makkar H.P.S., Blummel M., Borowy N.K. et Becker K. (1993). Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 61. p.161–165.

MAPMDREF (Ministère d'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts). (2020). Les effectifs de la production animale. Division des statistiques. Direction de la Stratégie et des Statistiques

MAPMDREF (Ministère d'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts), (2016). Statistiques du Ministère d'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Statistiques de l'élevage 2015-2016.

Mesbahi A. (2006). Conduite et productivité des élevages caprins laitiers dans la région de Chefchaouen (Cas des élevages de l'ACEC). Mémoire de 3e cycle en Agronomie. Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, Meknès, Maroc.

Min B.R., Barry T.N., Attwood G.T. et McNabb W.C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology*. Vol.106, p.3–19.

Mkhize N.R., Scogings P.F., Nsahlai I.V. et Dziba L.E. (2014). Diet selection of goats depends on season: roles of plant physical and chemical traits. *African Journal of Range Forage Science*. Vol. 31. p. 209–214. <https://doi.org/10.2989/10220119.2014.901417>

Molina-Alcaide E. et Yáñez-Ruiz D.R. (2008). Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science Technology*. Vol. 147. p. 247–264. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.021>

Porter L.J., Hrstich L.N. et Chan B.G. (1985). The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry* Vol. 25. p. 223–230.

Van Soest P.J., Robertson J.B. et Lewis B.A. (1991). Polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. Vol. 74. p. 3583–3597.

Waghorn G. (2008). Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-Progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 147(1–3). p. 116–139. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.013>