

## PREDICTION DE LA DIGESTIBILITE *in vivo* DE QUELQUES RESSOURCES ALIMENTAIRES LOCALES PAR LA METHODE AIA

AYEB Naziha, ATOUI Ahlem, SEDDIK Mabrouk, HAMMADI Mohamed, KHORCHANI Touhami

*Laboratoire d'Elevage et de la Faune Sauvage, Institut des régions Arides,  
Université de Gabès, Tunisie*

E-mail: [naziha.ayeb@yahoo.fr](mailto:naziha.ayeb@yahoo.fr)

(Received 16 November 2018 - Accepted 9 December 2018)

**Résumé.-** Le présent travail vise à une estimation de la digestibilité *in vivo* des certaines ressources alimentaires locales dans le Sud Tunisien (Khortane, feuilles d'olivier séchées et le *Stipa tenacissima* en utilisant la méthode des cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique «AIA». Quinze(15) chèvres de la population locale (âge moyen = 4 ans et un poids moyen = 25 kg) sont réparties en trois lots homogènes, dont le premier reçoit une ration à base de foin d'avoine (FO), le deuxième reçoit les feuilles d'olivier séchées + *Stipa tenacissima* (OL) et le troisième lot reçoit le khortane (KO). Les concentrations en AIA des différents aliments étudiés sont comparables ( $P>0,05$ ). Elles varient de 1,79 chez les feuilles d'olivier à 2,13% chez *Stipa tenacissima*. Les concentrations en AIA des fèces sont affectée significativement ( $P<0,05$ ) par le type de la ration. Elles sont plus élevées dans la ration à base de Khortane ( $7,33 \pm 1,10\%$ ). Les concentrations en AIA sont similaire chez la ration à base de foin d'avoine et à base de *Stipa tenacissima* et les feuilles d'olivier séchées (6,38 et 6,37%, respectivement). La digestibilité de la matière organique (dMO) est significativement ( $P<0,05$ ) plus élevée dans le groupe KO par comparaison aux deux autres groupes (71,49, 67,82 et 68,77% respectivement pour le groupe FO et le groupe OL. La méthode AIA est une méthode efficace et facile pour l'estimation de la digestibilité *in vivo* des différentes ressources alimentaires utilisées, particulièrement pour le khortane.

**Mots clés:** Ressources alimentaires locales, digestibilité *in vivo*, fèces, AIA.

## PREDICTION OF *IN vivo* DIGESTIBILITY OF SOME LOCAL FOOD RESOURCES BY THE AIA METHOD

**Abstract.-** This work aims to estimate the *in vivo* digestibility of some local feed resources in Southern Tunisia (Khortane, dried olive leaves and *Stipa tenacissima* using the method of ash insoluble in hydrochloric acid "AIA". 15 goats of the local population (mean age = 4 years and average weight = 25 kg) were divided into three homogeneous groups, the first groups received a ration based on oat hay (FO), the second received dried olive leaves+ *Stipa tenacissima* (OL) and the last group received the khortane (KO). The AIA Concentration of different feeds were comparable, it's ranged from 1.79 in dried olive leaves to 2.13% in *Stipa tenacissima*. The AIA concentrations of feces were significantly affected by the type of diet, they are higher ( $P<0.05$ ) in the faeces of animals fed by Khortane ( $7.33 \pm 1.10\%$ ). The organic matter digestibility (OMD) using the AIA method was significantly higher ( $P<0.05$ ) in the KO group compared to the two other groups (71.49 vs. 67.82 and 68.77%, respectively for the FO group and the OL group). The AIA method is an efficient and easy method to estimate the *in vivo* digestibility of different feed resources, particularly for khortane.

**Key words:** Local feed resources, *in vivo* digestibility, feces, AIA.

## Introduction

Dans les régions arides et désertiques méditerranéens, les petits ruminants sont principalement élevés au pâturage où ils consomment une grande variété de la végétation spontanée y compris les espèces annuelles et vivaces. Le problème majeur pour les éleveurs de bétail dans ces zones est une bonne alimentation pour leurs animaux pendant la saison sèche, lorsque les pâturages et les chaumes sont indisponibles. Ainsi, les éleveurs ont développé plusieurs stratégies pour assurer les besoins nutritionnels de leurs troupeaux. Ils profitent de la saison favorable (printemps) pour établir des réserves la récolte des espèces spontanées annuelles et pérennes et les sécher à l'air pour les stocker sous forme de foin naturel (appelé localement Khortane et le *Stipa tenacissima*) [1].-Autres ressources sont couramment utilisés dans le Sud Tunisien comme la paille d'orge, les foin d'avoine et de luzerne, les feuilles d'olivier séchées [2], les grignons d'olive [3], les feuilles d'olivier et les sous produits de palmiers dattiers [4].

L'utilisation adéquate des aliments des aliments, a besoin d'une connaissance préalable de leur qualité qui influe sur la performance de l'animal. La valeur nutritive du fourrage est déterminée en fonction de la concentration des éléments nutritifs (azote total, les fibres détergentes neutres, les fibres détergentes acides et des teneurs en cendres), la digestibilité des nutriments, et de la nature de la digestion des produits [5,6].

La digestibilité des nutriments exige des techniques *in vivo* et des procédés *in vitro*. Dans le procédé *in vivo*, nécessite l'utilisation des animaux vivants, cette méthode est coûteuse et nécessite des équipements élevées et il ne peut pas être utilisé pour de nombreux échantillons. la spectroscopie proche infrarouge a également été utilisé pour prédire le coefficient de digestibilité totale des fourrages [7]. Certaines études utilisent la digestibilité *in Sacco* [8]. et les deux étapes de la méthode *in vitro* de TILLEY et TERRY (1963) [9]. Des études indiquent que l'utilisation de l'acide cendres insolubles (AIA) comme marqueur peut être utilisé, avec succès, pour estimer la digestibilité. L'utilisation de ces marqueurs inertes pour prédire la digestibilité des régimes alimentaires, en particulier les fourrages, a reçu une grande importance soulignée par beaucoup de travaux de recherche [10]- Ils minimisent le temps et ne demandent pas de mesures quantitatives de l'aliment ingéré et de l'excrétion fécale mais de mesures simples qui peuvent être faites sur des échantillons d'aliments et de fèces [11]. C'est dans ce contexte l'objectif de la présente étude, est d'estimer la digestibilité *in vivo* des quelques ressources alimentaires locales (Khortane, foin d'avoine, feuilles d'olivier séchées, *Stipa tenacissima*) utilisés dans le Sud Tunisien.

## 1.- Matériels et méthode

### 1.1.- Animaux et alimentation

L'essai a été réalisé dans le laboratoire d'élevage et faune sauvage sur 15 chèvres de la population locale (âge moyen = 4 ans et un poids moyen = 25 kg). Toutes les chèvres ont été traitées contre les parasites internes, externes et l'entérotaxémies puis elles ont été divisées en trois lots et ont été reçu *ad libitum*: Le foin d'avoine (group FO), les feuilles d'olivier séchées + *Stipa tenacissima* (group OL) et le Khortane (group KO), tous les animaux sont supplémentés par du concentré commercial (protéine = 12, 94% MS; cendres = 6,90%; NDF = 27, 23%).

## 1.2.- Collecte de fèces et détermination de la digestibilité par AIA

Après deux semaines d'adaptation, un prélèvement quotidien de fèces est réalisé sur 6 jours pour chaque chèvre de chaque lot, les quantités obtenues des refus sont collectées chaque jour et sont conservées pour les analyses ultérieures. Pour estimer la digestibilité de la ration distribuée, il est utilisé la méthode de marqueur interne, il s'agit des cendres insolubles dans l'acide (AIA). Pour cela des échantillons de fèces sont prélevés manuellement directement du rectum pour la collecte directe d'une quantité suffisante aux analyses ultérieures et pour éviter toute contamination par la terre qui influe sur leur teneur en cendres. A part la digestibilité, une série de prélèvements aléatoires est effectuée sur chaque aliment donné pour obtenir des échantillons représentatifs sur les quels se feront les analyses chimiques et déterminer leur concentration en AIA.

Les échantillons collectés (aliments ou fèces) sont broyés et séchés. Huit (8) grammes d'échantillon broyé (aliments ou fèces) sont séchés dans l'étuve (105°C) pendant 24 h, il est pris 2g d'échantillon déjà sec et bien homogénéisé et il est mis dans un four à moufle à 550°C pendant 6 h. Les cendres obtenus sont mélangés avec 20 ml de HCl (2N), et chauffés jusqu'à obtenir une coloration verdâtre. Le travail se termine après la filtration de la solution obtenu à l'aide d'une pompe à vide suivi d'une incinération à 550°C pour déterminer la digestibilité de la matière organique.

Les concentrations en AIA des aliments et des fèces sont calculées comme suit:

$$\% AIA = 100 \times \frac{(P2 - P0)}{(P1 - P0)}$$

Avec:

P0: poids (g) du creuset vide

P1: poids(g) de l'échantillon après séchage à l'étuve à 105°

P2: poids (g) de l'échantillon après incinération dans le four à 550°C [12]

La digestibilité de la matière organique (dMO) par la méthode AIA est déterminée par la formule suivante [12]:

$$dMO = 100 - \left( 100 \left( \frac{\% AIA_{ration}}{\% AIA_{fèces}} \times \frac{\% MO_{fèces}}{\% MO_{ration}} \right) \right)$$

## 1.3.- Analyse statistique

La prédiction de la digestibilité par la méthode AIA en fonction de type de la ration et les calculs des concentrations en AIA dans les aliments et dans les fèces sont analysé par le test ANOVA à un seul facteur en utilisant le logiciel SPSS (11,5). Les moyennes et les écarts types sont calculés, la différence significative entre les moyennes est déterminée par le test Duncan ( $P < 0,05$ ).

## 2.- Résultats et discussion

### 2.1.- Concentration d'AIA dans les aliments

Le résultat de la concentration d'AIA dans les aliments (Khortane, foin d'avoine, feuilles d'olivier séchées, *Stipa tenacissima* et le concentré) est rapporté dans le tableau 1. Il n'a pas d'effet significative entre les concentrations en AIA des différents aliments

étudiées. Elles varient de 1,79 chez les feuilles d'oliviers séchées à 2,13% chez *Stipa tenacissima* (tab. I). Ces teneurs sont légèrement plus faibles à celles (3%) signalées par VAN KEULEN et YOUNG (1977) pour les plantes annuelles [11]

**Tableau I.-** Concentration d'AIA dans les aliments étudiés

Aliments	AIA aliments (%MS)
<b>Khortane</b>	2,03 ± 0,30
<b>Foin d'avoine</b>	2,03 ± 0,10
<b>Feuilles d'olivier sèches</b>	1,79 ± 0,40
<b><i>Stipa tenacissima</i></b>	2,13 ± 0,30
<b>Concentré</b>	2,02 ± 0,22

NB: pas d'effet significatif entre les aliments analysés

## 2.2.- Concentration d'AIA dans les fèces et digestibilité *in vivo*

L'analyse des fèces est faite sur 60 échantillons de 15 chèvres sur une période de 6 jours. Les résultats obtenus de la concentration d'AIA dans les fèces et la variation de la digestibilité par la méthode AIA en fonction de type de la ration sont présentés dans le tableau II.

La concentration en AIA dans les fèces est significativement affectée ( $P < 0,05$ ) par le type de la ration (tab. II). Elle est plus élevée dans la ration à base de Khortane ( $7,33 \pm 1,10\%$ ). Les concentrations en AIA sont similaires dans le foin d'avoine et la ration composée de feuilles d'olivier sèches et de *Stipa tenacissima*, soit  $6,38 \pm 0,80$  et  $6,37 \pm 0,80\%$ , respectivement. Les résultats obtenus pour les trois rations sont proches de ceux signalés par Bradley (1993) pour la plante de *Negaprion brevirostris* (7,1%) [13].

**Tableau II.-** Concentration d'AIA et la variation de la digestibilité par la méthode AIA en fonction de type de la ration

	FO	OL	KO
<b>AIA fèces (%)</b>	$6,38 \pm 0,80^a$	$6,37 \pm 0,80^a$	$7,33 \pm 1,10^b$
<b>dMO</b>	$67,82 \pm 4,20^a$	$68,77 \pm 4,10^a$	$71,49 \pm 3,80^b$

FO: ration à base de foin d'avoine, OL: ration à base de feuilles d'olivier sèches + *Stipa tenacissima*; KO, ration à base de khortane

a,b: les moyennes portant des lettres différentes sur la même ligne sont statistiquement différentes ( $p < 0,05$ ).

Les résultats de la digestibilité par la méthode AIA montre une utilisation digestive de la ration par les chèvres relativement bonne. La digestibilité de la matière organique (dMO) est significativement plus élevée ( $P < 0,05$ ) dans le groupe KO par comparaison aux deux autres groupes ( $67,82 \pm 4,20$  et  $68,77 \pm 4,10\%$ , respectivement pour le groupe FO et le groupe OL). La valeur élevée de la dMO dans la ration à base de Khortane est lié à la teneur faible de l'aliment khortane en NDF comparativement aux autres aliments (NDF égale à 57,4% vs. 59,6 et 74,5%, respectivement pour le foin d'avoine et *Stipa tenacissima*).

En utilisant la même méthode, Van Keulen et Young (1977) ont rapporté, chez des moutons, des valeurs de la digestibilité de la matière organique de 75; 64,1 et 58,2% respectivement pour la luzerne, le grain de blé et le grain d'avoine [11]. La digestibilité obtenue pour le foin d'avoine a été légèrement plus faible que celle signalée par Eliotand

(1981) pour le même aliment soit 62%. La variation de la digestibilité pour les trois rations test peut être expliquée par le fait qu'elle est influencée par plusieurs facteurs dont l'espèce fourragère, la date de coupe et la maturité, les conditions climatiques et les conditions de récolte [14].

## Conclusion

Les principaux résultats laissent apparaître que la méthode de marqueur naturel AIA, est une méthode efficace pour l'estimation de la digestibilité *in vivo*. Elle offre des avantages distincts à savoir qu'elle nécessite de retenir l'animal en cage sur une longue période pour s'alimenter ou pour la collecte des matières fécales et l'estimation de la digestibilité des aliments peuvent être obtenus à partir d'un seul échantillon d'aliments et des fèces.

## Références

- [1].- Ayeb N., 2009.- Composition floristique, chimique et utilisation du « khortane » dans le sud-est tunisien. Mémoire de mastère, université de sousse, Tunisie 121 p
- [2].- Ayeb N., Seddik M., Barmat A., Hammadi M., Atigui M., Harrabi H., Khorchani T., 2013.- Effects of feed resources in arid lands on growth performance of local goat kids in southern Tunisia. Options Méditerranéennes, 107: 97-102.
- [3].- Ben Salem H., Ben Salem I., Nefzaoui A., Ben Said MS., 2003.- Effect of PEG and olive cake feed block supply on feed intake, digestion, and health of goats given kermes oak (*Quercus coccifera* L.) foliage. Animal Feed Science and Technology, 110: 45-59
- [4].- Khorchani T., Hammadi M., Genin D., Sakkal D., El Jani H., Abdouli H., 2004.- Valorisation of date-plam by products (DPBP) for livestock feeding in southern Tunisia II-Characteristics and digestibility of DPBP -based silages. Option Méditerranéennes, 59: 227-232
- [5].- Moore JE., 1994.- Forage quality indices: development and application In G. C. Fahey, Jr., (ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, Pp. 967-998.
- [6].- Van Soest P., 1989.- Nutritional ecology of the ruminant, (Ed. Van Soest P.J.) and Books, Inc., Oregon, 374 p
- [7].- Andrieu J., Aufrère J., 1996.- Prévision à partir de différentes méthodes (physique, chimique et biologique) de la digestibilité et de la valeur énergétique de la plante de maïs à l'état frais. In: Colloque Maïs Ensilage, Nantes 17- 18 Septembre 1996. (AGPM ed), Pp 61-69.
- [8].- Nurfeta A., Eik LO., Tolera A., Sundstol F., 2008.- Chemical composition and *in sacco* dry matter degradability of different morphological fractions of 10 *Ensete ventricosum* varieties. Animal Feed Science Technology, Pp 146: 55-73
- [9].- Tilley JMA., Terry RA., 1963.- A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, 18: 104-111.

- [10].- Miranda R., 1989.- Rôle des ligneux fourragers dans la nutrition des ruminants en *Mrique* Sub-Saharienne. Etude bibliographique. Monographie, CIPEA, Addis Abeba, 43 p
- [11].- Van Keulen J., Young BA., 1977.- Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44: 282–287
- [12].- ISO 5985., 2002.- Aliments des animaux- Dosage des cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique, *Animal feeding stuffs* -Determination of ash insoluble in hydrochloric acid.
- [13].- Bradly M., 1993.- Use of acid-insoluble as a marker in absorption efficiency studies with the lemon sharks.
- [14].- Fournier P., 2003.- Nouvel outil pour évaluer avec plus de précision la valeur énergétique des fourrages. *Info-Fourrage*. Nuro1. Journée à foin du CQPF (Conseil Québécois des Plantes Fourragères) pp 1-12.