

SUR UNE METHODE SUBHUMIDE DE TRAITEMENT DES PAILLES A L'UREE

TRIKI S., YAKHLEF H. , LAWRENCE A., REZZOUG A.
Institut National Agronomique. El-Harrach, Alger

Résumé : Devant les inconvénients que présentent l'utilisation de taux élevé d'humidité (40% environ) pour réaliser le traitement des pailles à l'urée, nous avons testé un procédé qui réduit de 50% le volume d'eau sans apport de sources d'uréase.

Le principe consiste à arroser un lit de paille sur deux : le premier lit de paille n'est pas arrosé, le deuxième lit qui lui est superposé est arrosé à 40% d'humidité, le troisième lit n'est pas arrosé et ainsi de suite ; le dernier lit supérieur étant obligatoirement arrosé. Un lit non humidifié est donc toujours emprisonné entre deux lits humidifiés. L'opération achevée, la meule est constituée comme pour un traitement classique à l'ammoniac.

Nous avons utilisé cette technique pour traiter 2 tonnes de paille à 7% d'urée. Parallèlement, un traitement classique, également à 7% d'urée est réalisé. A la fin du traitement qui a duré 75 jours (en été), trois lots distincts de paille réunissant les lits non humidifiés (LNH), les lits humidifiés (LH) et la paille traitée classiquement (PTC) sont constitués ainsi qu'un quatrième lot de paille non traitée (PNT).

Pour évaluer l'efficacité de la technique, nous avons mesuré (chez des ovins) pour chacun des 4 lots de paille, servie avec 200g de concentré, son ingestibilité (MSI), la digestibilité de la matière organique (dMO) ainsi que le niveau alimentaire permis (NA).

Il ressort qu'après traitement, la teneur en matières azotées passe de 5.8% (PNT) à 16.1 et à 11% respectivement pour les LH, la PTC et pour les LNH tandis que la MSI de la paille seule s'établit à 47.5 g/kgp0.75 pour la PNT contre 52.7 ; 54.1 et 59.7 g/kgp0.75 respectivement pour la PTC, pour les LH et pour les LNH. La dMO est également en faveur des LNH avec 59.4% contre 56.3 ; 51.1 et 46.0 respectivement pour la PTC, les LH et pour la PNT ; le NA respecte le même hiérarchie avec 1.41 ; 1.23 ; 1.07 et 0.85.

En moyenne, la paille issue de notre procédé de traitement présente un NA supérieur de 19% à celle issue du traitement classique.

Mots clés : Paille, traitement, urée, humide, ingestibilité, digestibilité.

Study of sub-humid method of ura processing of straws

Abstract : In view of disadvantages that high humidity rate (about 40%) utilization present for realizing the straw processing by urea ; we have tested a proceeding which reduces for 50% the water without urease sources contribution.

The principe consist to water one bed of straw : the first straw bed is not watered; the second bed which is superposed to it is watered at 40% of humidity ; of the third bed and so on, the last upper bed being obligatorily watered. One non damped bed is always imprisoned between two humidified beds then. When finished the operation, the hayrick is constituted as for classic ammoniacal processing.

We have used this technique for treat 2 metric tons of straw at 7% of urea ; In a paralleldirection, a classic traitement (also at 7% of urea) is realized. At the end of the processing which has last 75 days (in summer), three distinct shares of straw reuniting the non damped beds (NDB) ; the damped beds (DB) and the classically treated straw (CTS) were constituted as also a fourth share of untreated straw (UTS).

For estimate the technic efficiency, we have measured (on the ovin race) for each one the 4 straw shares served with 200g of concentrate, the ingestibility (MSI), the organic matter digestibility (OMd) as also dietary allowable(DL). It bring out after processing, the nitrogenous matter amount passes from 5.8% (UST) to 16.1 ; 12.6 and to 11% respectively for the DB, the CTS and for the NDB while only the MSI of the straw sets up to 47.5 g/kgp0.75 for the UTS against 52.7g for the CTS ; 54.1g for the DB and 59.7g for the NDB.

The OMd is also in favour of the NDB,59.7% against 56.3 ; 51.1 and 46.0 respectively for the CTS ; the BD and for UTS ; the DL : 1.41 ; 1.23 ; 1.07 and 0.85 respects the same hierarchy.

In average, the straw issued from treatment proceeding present a DL of 19% uper to one issued fom classic treatment.

Keys words : Straw, Treatment, Urea, Sub-humid, ingestibility, digestibility.

INTRODUCTION

Un mélange de paille et de solution d'urée hermétiquement conservé à des températures adéquates génère grâce à l'uréase présente dans la paille (Williams et al., 1984) et à l'activité uréolytique des bactéries (Yameogo-bougouma et al., 1993) de l'ammoniac qui en diffusant dans la masse agit comme un traitement classique à l'ammoniac.

L'urée représente donc une source potentielle d'ammoniac pour le traitement des pailles, plus accessible que l'ammoniac anhydre. Des travaux en grandeur nature l'ont amplement confirmé (Schiere et ibrahim, 1989 ; Chenost¹ et lafaye, 1991; chenost et besle, 1992 ; belghitar et haned, 1993). Toutefois, certains essais n'ont pas donné les résultats espérés (benahmed et dulphy, 1985 ; abdouli et al., 1988 ; dulphy et al., 1992).

Les conditions de température (supérieure à 20°C), de durée de traitement (45 à 60 jours), de dose d'urée (6 à 8g par 100g de paille) et de taux d'humidité (40%) ont été précisées par Williams et al., (1984 b) ; Dias-da-silva et Sundstol, (1986) ; Dias-da-silva et al., (1988) ; Chermi et al., (1989) ; Besle et al., (1990) ; Chenost et Besle, (1992). Néanmoins, le grand volume d'eau nécessaire à l'application de la méthode est gênant à plus d'un titre :

- Il peut limiter son développement dans certaines contrées du globe par sa rareté ou par son coût,

- Il occasionne un supplément de travail (transport, répartition dans la masse à traiter) et des pertes importantes de matière sèche (le premier lit de paille trop humide est souvent perdu),

- L'excès d'humidité associé à l'alcalinité du milieu entraîne l'ouverture des bottes de paille par rupture des fils d'attache gênant considérablement le transport et le stockage du produit traité. Un apport de source d'uréase permet certes de ramener le taux d'humidité à 20-25% (Chenost et Besle, 1992) mais, à l'exception de la farine de soja, les sources d'uréase d'origine végétale performantes sont peu courantes.

Diminuer le volume d'eau nécessaire pour traiter correctement les pailles à l'urée représente un des problèmes à résoudre dans le cadre de la standardisation de la méthode.

Dans ce travail, nous présentons un procédé de traitement qui ne consomme que 20% d'eau sans apport d'uréase. Les pailles ainsi traitées ont fait l'objet d'une étude nutritionnelle chez l'ovine.

MATERIEL ET METHODES

1. METHODE DE TRAITEMENT

Le traitement porte sur 2 tonnes d'une paille de blé tendre conditionnée en bottes de moyenne densité pesant environ 17 kg. Le schéma de traitement adopté se résume comme suit : un premier lit de 30 bottes de pailles (environ 500 kg) est disposé sur un film plastique, le deuxième lit qui lui est superposé est arrosé avec 200 litres d'une solution dosant 70 kg d'urée, le troisième lit n'est pas arrosé, le quatrième est arrosé et ainsi de suite jusqu'au dernier qui reçoit également 200 litres de solution d'urée. Ainsi, une rangée non arrosée est toujours emprisonnée entre deux rangées arrosées ; le dernier lit étant toujours arrosé, le nombre de rangées est donc toujours un chiffre pair.

L'opération achevée, la meule est confectionnée comme pour un traitement classique à l'ammoniac. La durée du traitement a été de 76 jours (du 3 juillet au 17 septembre).

2.3. ANALYSE CHIMIQUE ET MESURE DE LA DIGESTIBILITE

La matière sèche, les matières minérales et les matières azotées (N x 6.25) sont déterminées selon les méthodes classiques de l'analyse fourragère et les composés pariétaux selon la méthode de van-soest et wine (1967). La digestibilité de la matière organique (dMO) et des matières azotées (dMA) est mesurée pour chaque paille sur 4 sujets (ayant servi à la mesure de l'ingestibilité) placés en cage à métabolisme selon la méthode de récolte totale des fèces.

Les conditions alimentaires sont les mêmes que celles observées précédemment (paille à volonté plus 200g de concentré). La durée de mesure est de 10 jours.

La digestibilité propre des pailles est calculée par la méthode des différences selon giger et sauvant (1983) en supposant d'une part, l'absence d'interactions digestives entre paille et concentré et d'autre part, en estimant la digestibilité de la matière organique et celle de l'azote des concentrés à 85 et à 81% respectivement (calculée à partir des tables INRA, 1988).

RESULTATS

1. COMPOSITION CHIMIQUE DES PAILLES

Les résultats présentés dans le tableau 1 laissent apparaître pour la PNT une teneur en matières azotées (5.8%) plus élevée et une teneur en NDF (66.3%) plus faible que celle couramment enregistrée pour les pailles (de l'ordre de 3 et 80% respectivement). Ces valeurs inhabituelles s'expliquent par la richesse exceptionnelle en mauvaises herbes de cette paille.

Par rapport à la PNT, aux LNH et aux LH, une augmentation de 6% de NDF est observée pour la PTC à la suite probablement de l'entraînement par lessivage de bon nombre d'éléments solubles notamment des matières minérales qui diminuent de 11%.

Traitée à l'urée, la teneur en matières azotées des pailles progresse tout à fait logiquement mais dans des proportions différentes puisque, la teneur finale s'établit à 11.0 ; 16.1 et 12.6% respectivement pour les pailles des LNH, des LH et pour les PTC.

Tableau 1 : Composition chimique des pailles (% MS).

| | PNT | LNH | LH | PTC |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Matière sèche | 85.60 | 84.70 | 84.80 | 85.00 |
| Matière organique | 90.70 | 89.70 | 90.80 | 90.80 |
| Matière minérale | 8.90 | 8.70 | 7.80 | 7.80 |
| Matières azotées | 5.80 | 11.00 | 16.10 | 12.60 |
| Neutral detergent fiber | 66.30 | 66.70 | 67.30 | 72.00 |
| Acid detergent fiber | 39.10 | 41.00 | 39.70 | 39.60 |
| Hémicelluloses | 27.50 | 25.80 | 26.80 | 32.10 |
| Cellulose | 33.70 | 32.20 | 34.60 | 33.00 |
| Lignine | 6.20 | 6.70 | 7.60 | 7.80 |

2. DIGESTIBILITE DES RATIONS ET DE LA PAILLE SEULE

Les valeurs de digestibilité des 4 groupes de pailles apparaissent dans le tableau 2.

Le traitement à l'urée fait passer la dMO propre des pailles de 46 à 59.4 ; 56.3 et 51.1% respectivement pour les pailles des LNH, des LH et pour les PTC soit des progressions significatives de 23 ; 18 et 10%. Par ailleurs, la dMO des PTC est significativement inférieure à celle des pailles LNH et LH ; ces deux dernières digestibilités étant statistiquement comparables. Pour les matières azotées, le traitement améliore certes la digestibilité, mais celle-ci contrairement à la matière organique, reste relativement moyenne et comparable pour les 3 catégories de paille traitée (48%, toute paille confondue).

Tableau 2 : Digestibilité des rations et de la paille seule (%) .

| Composants | | PNT | LNH | LH | PTC |
|------------------------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| Ration abc totale a | Matière organique | 53.20± 2.1 a | 63.1± 2.2 ab | 61.0± 2.1 ab | 56.7 ± 1.8 |
| | Matières azotées | 51.1 ± 3.5 a | 53.1± 7.7 ab | 54.1± 2.4 a | 56.9± 2.7 |
| Paille abc seule ab | Matière organique | 46.0± 2.0 a | 59.4± 2.1 ab | 56.3± 2.2 ab | 51.1± 2.8 |
| | Matières azotées | 33.4± 3.5 a | 44.7± 3.6 ab | 47.7 ± 2.4 ab | 49.7± 2.2 |

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement différentes (Test de STUDENT P=0.05).

3. QUANTITE DE MATIERE SECHE VOLONTAIREMENT INGEREE ET NIVEAU ALIMENTAIRE PERMIS PAR LES PAILLES SEULES

La matière sèche ingérée pour la PNT (47.5 g/kgp0.75) est intéressante ; elle progresse avec le traitement à l'urée dans le même sens que la dMO. Ainsi, les pailles provenant des LNH et des LH sont significativement mieux ingérées (respectivement 59.7 et 54.1 g/kgp0.75) que les PNT. Par ailleurs, les différences d'ingestion entre les couples LNH - LH, LH - PTC, LNH - PTC s'établissent à 9 ; 3 et 12% sans qu'elles soient toutefois significatives.

En revanche, pour le NA qui associe la dMO, les écarts sont amplifiés. Il représentent 13 ; 13 et 24%.

Par rapport à la PNT, la progression du NA est de 40 ; 31 et 21 respectivement pour les pailles des LNH, des LH et pour les PTC.

DISCUSSION

Devant les inconvénients que présente la nécessité (en absence d'une addition de sources d'uréases, elles mêmes pas toujours disponibles) d'apporter de grands volumes d'eau pour réussir le traitement des pailles à l'urée, l'idée d'arroser un lit de paille sur deux est judicieuse. Les résultats du bilan azoté des meules associés à ceux de la mesure de la digestibilité et de l'ingestibilité témoignent de la validité de ce procédé de traitement.

1. BILAN AZOTE DES MEULES

Sur les 20.6g de matières azotées d'origine uréique apportées lors du traitement par 100g de paille, 10.3g sont fixés sur les lits humidifiés (50%), 6.8g sur les pailles traitées classiquement à 40% d'humidité (33%) et 5.2g sur les pailles des lits non humidifiés (26%). Cette hiérarchie est tout à fait logique puisque les LH reçoivent une solution d'urée plus concentrée que les PTC tandis que celle qui ruisselle sur les LNH s'est appauvrie en urée en traversant le lit humidifié.

Dans ces conditions, l'enrichissement en azote des LNH, des PTC et des LH s'établit respectivement à 90 ; 117 et 177%.

Il est intéressant d'établir le bilan azoté respectif des deux meules LNH + LH(M1) d'une part et PTC(M2) d'autre part. Il apparaît que sur la base des 20.6g de matières azotées initiales par 100g de paille, en moyenne 6.8g (33%) sont fixés dans M2 contre 7.8g (38%) dans M1. Cette dernière valeur est partitionnée en 5.2g pour les LH et 2.6g pour les LNH. Sur ces bases, pour une paille classique dosant 3% de MAT, la valeur meule serait de 10.8%.

Tableau 3 : Quantité de matière sèche ingérée (MSI) et niveau alimentaire (NA) permis par les pailles seules (PS).

| | PNT | | LNH | | LH | | PTC | |
|--|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|------|
| | RT | PS | RT | PS | RT | PS | RT | PS |
| % concentré dans la ration ingérée | 18.2 | - | 14.3 | - | 16.3 | - | 16.1 | - |
| g MSI/j.an. 876±203 | 917± 87 | 750± 69 | 1166±118 | 999±90 | 1026±43 | 859±2.15 | 1037±205 | |
| | a | ab | ab | a | | | | |
| g MSI/j.an./Kg ^{0.75} 52.7±8.1 | 56.9±4.4 | 47.5± 3.5 | 68.4±6.4 | 59.7±4.6 | 63.1±10.7 | 54.1±10 | 60.4±10 | |
| | a | ab | ab | abc | | ba | | a |
| NA(1) d | - | 0.85 a | 1.41 b | - | - | 1.23 c | - | 1.07 |

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement différentes (Test de STUDENT P=0.05).

(1) NA : Matière organique digestible ingérée / 23.

CONCLUSION

En absence d'une addition de sources d'urée, la réussite du traitement des pailles à l'urée est subordonnée à une humidification minimum de la masse, de l'ordre de 40%. Ce grand volume d'eau, nous l'avons vu, présente de nombreux inconvénients.

L'idée d'arroser un lit de paille sur deux est intéressante car ce procédé ne consomme que 20% d'eau. La paille ainsi traitée est plus sèche, les pertes de matière sèche est nulle ; les fils d'attache des bottes ne sont pas rongés par l'humidité et de ce fait, la paille peut être facilement transportée et stockée.

Le bilan de valeur alimentaire est également en faveur du procédé puisque le niveau alimentaire permis par les pailles qui y sont issues est augmenté de 19% par rapport au procédé classique.

Ces résultats constituent une contribution certaine vers la voie d'une standardisation d'une méthode de traitement des pailles à l'urée.

Références

ABDOULI, H., KORCHANI, T. and KRAIEM, K., 1988. Traitement de la paille à l'urée. II. Effets sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. *Revue Fourrage*, 114 : 167-176.

ABDOULI, H., 1992. Traitement des pailles à l'urée. Tentatives de traitement sans apport d'eau et ou sans couverture de la meule, in CHERMITI, A., et TISSERAND, J. L. Utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants dans la zone méditerranéenne. 3eme rapport annuel du projet STD pailles. CR n° TS2A-0250-M(CD). CEE-CIHEAM.

BELGHITAR, M. and HANED, N., 1993. Bilan de 3 cycles de reproduction de brebis de race Ouled-Djellal menées en bergerie intégrale et recevant des rations à base de pailles traitées ou non à l'urée et à l'ammoniac. Mémoire d'ingénieur. INA, El-Harrach, 72p.

BENAHMED, H. and DULPHY, J. P., 1985. Note sur la valeur azotée des fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac. *Ann. Zootech.* 34 : 335-346.

BESLE, J. M., CHENOST, M., TISSERAND, J. L., LEMOINE, J. P., SALEH, H. and GRENET, N., 1990. Ammoniation of straw by urea : extent of ureolysis and improvement of nutritive value with moderate water addition. *Rprod. Nutr. Dev. Suppl.* 2, 174 S.

CHABACA, R., 1993. Valeur azotée des pailles traitées à l'ammoniac ou à l'urée et impact de la fixation de l'azote et des teneurs en substances phénoliques. Thèse de Magister. INA, El-Harrach Alger. 61p.

CHENOST, M. and LAFAYE, D., 1991. Utilisation des cannes de maïs traités à l'ammoniac et à l'ammoniac par des bovins à besoins modérés. *INRA, Prod. Anim.* 4 : 241-246.

CHERMITI, A., NEFZAOU, A. and CORDESSE, R., 1989. Paramètres d'uréolyse et digestibilité de la paille traitée à l'urée. *Ann. Zootech.* 38 : 63-72.

CHENOST, M. and BESLE, J. M., 1992. Les pailles traitées à l'ammoniac provenant de l'hydrolyse de l'urée dans l'alimentation de génisses de race laitière en croissance hivernale. *Ann. Zootech.* 41 : 153-167.

DULPHY, J. P., JAMOT, J., CHENOST, M., BESLE, J. M. and CHIOFALO, V., 1992. The influence of urea treatment on the intake of wheat straw in sheep. *Ann. Zootech.* 41 : 169-185.

DIAS-DA-SILVA, A. and SUNDSTOL, F., 1986. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 14 : 67-69.

DIAS-DA-SILVA, A., MASCARENKAS FERREIRA, A. and GUESDES, C., 1988. Effects of moisture level, treatment time and soja bean addition on the nutritive value of urea treated maize stover. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 19 : 67-77.

GIGER, S. and SAUVANT, D., 1983. Comparaison de différentes méthodes d'évaluation du coefficient d'utilisation digestive des aliments concentrés par le ruminant. *Ann. Zootech.* 32 : 215-246.

HADJ KADDOUR, A., 1989. Valeur azotée des pailles de blé traitées à l'ammoniac. Fixation de l'azote sur les composés pariétaux et effet du stockage et de la nature du complément. Thèse de Magister. INA. El-Harrach Alger, 62p.

INRA., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA Paris, 471p.

LAMRANI, F., 1990. Valeur alimentaire comparée chez le mouton d'une paille de blé traitée à l'ammoniac ou à l'urée. Mémoire d'ingénieur. INA. El-Harrach Alger, 52p.

LAWRENCE, A. and YAHIAOUI, A., 1983. Valeur alimentaire des marcs de raisin 1. Influence de 8 sources azotées de complémentation sur l'utilisation digestive par le mouton de marc de raisin épuisé et ensilé. *Ann. Zootech.* 32 : 357-370.

SCHIERE, J. B. and IBRAHIM, H. N. M., 1989. Feeding of urea ammonia treated rice straw. *Pudoc-Wageningen*, 125p Canada.

TEBIBEL, F. and TENNAH, S., 1992. Valeur de complémentation de différents concentrés pour une paille de blé dur traitée à l'urée : cinétique de dégradation " in sacco " et digestibilité " in vivo " chez le mouton. Mémoire d'ingénieur. INA. El-Harrach Alger, 66p.

VAN-SOEST, P.I. and WINE, R. N., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50 : 50-55.

WILLIAMS, P. E. V., INNES, G. M. and BREWER, A., 1984 a. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. 2- Addition of soya bean (urease) sodium hydroxyde and molasses : effects on the digestibility of urea treated straw. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 11 : 115-124.

WILLIAMS, P. E. V., INNES, G. M. and BREWER, A., 1984 b. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. 1- Effects of dry matter and urea concentrations on rate of hydrolysis of urea. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 11 : 103-113.

YAMEGO-BOUGOUMA, V., CORDESSE, R. and ARNAUDA, I. M., 1993. Identification de l'origine des uréases impliquées dans le traitement de la paille de blé dur à l'urée et caractérisation de la flore microbienne présente. *Ann. Zootech.* 42 : 39-4