

SUBSTITUTION TOTALE DU TOURTEAU DE SOJA PAR LES DRECHES DE BRASSERIE ENSILEES : EFFET SUR L'EFFICIENCE DE L'UTILISATION DE L'AZOTE ET L'EXCRETION D'AZOTE UREIQUE URINAIRE DES VACHES LAITIERES

N. MUNYANEZA¹, G. NIMBONA², ET Y. EL HACHIMI³

¹Département de Santé et Productions Animales, Faculté d'Agronomie et de Bio Ingénierie, Université du Burundi. Avenue de l'Unesco, N° 2 ; BP. 2940 Bujumbura – Burundi.

²Centre de Recherche en Sciences et de Perfectionnement Professionnel, Ecole Normale Supérieure, B.P. 6983 Bujumbura-Burundi.

³Département de Biologie, Faculté des Sciences and Techniques, Université Cadi-Ayyad, 112 Bd. Abdelkrim Al Khattabi, 549, Marrakech, Maroc.

*Auteur correspondant ; E-mail : munyaneza305@gmail.com

RESUME

Cette étude a été réalisée dans une ferme laitière localisée dans la région du Tensift-Al Haouz, au centre du Maroc. Elle porte sur la substitution totale du tourteau de soja(TS) par les drèches de brasserie ensilées (DBE). Son objectif a été d'évaluer la possibilité d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote et la réduction d'excrétion d'azote uréique urinaire. Quinze vaches Holstein de 45 mois et d'un poids moyen de 618 kg ont été groupées en 3 lots et nourries avec les rations contenant le TS et les DBE pendant la saison de l'hiver. Les résultats ont montré une baisse non significative de production de lait (22,8 contre 24,3 kg/j ; $p>0,05$) en cas d'ingestion des DBE. L'inclusion de ces dernières dans les rations a permis une augmentation significative de l'efficacité d'utilisation de l'azote ; soit $23,6 \pm 2,4$ % à $25,8 \pm 2,3$ % ($p<0,05$) et une réduction de l'excrétion de l'Azote uréique urinaire allant de 210,1 g à 184,2 g/j/vache ($p<0,05$). L'étude a conclu que les drèches de brasserie ensilées peuvent substituer totalement le tourteau de soja dans les rations des vaches laitières à condition de les associer avec une source d'Azote soluble en raison de leur richesse en protéines non dégradables dans le rumen.

Mots clés : vache Holstein, azote, efficacité, excrétion, Maroc.

ABSTRACT

TOTAL SUBSTITUTION OF SOYBEAN MEAL BY ENSILED BREWER'S GRAINS: EFFECT ON THE EFFICIENCY OF NITROGEN USE AND URINARY UREA NITROGEN EXCRETION IN DAIRY COWS

This study was carried out on a dairy farm located in the Tensift-Al Haouz region, in central Morocco. It concerns the total substitution of soybean meal by ensiled brewers grains(GBE). Its objective was to assess the possibility of improving the efficiency of nitrogen use and the reduction of urinary urea nitrogen excretion. Fifteen Holstein cows with 45 month old and average weight of 618kg were grouped into 3 lots and fed the rations containing soybean meal and GBE during the winter season. The results showed a non-significant reduction of milk production (22.8 versus 24.3 kg / day; $p> 0.05$) when the rations containing the GBE were ingested. The inclusion of these in rations has significantly increased the efficiency of nitrogen use; i.e. $23.6 \pm 2.4\%$ to $25.8 \pm 2.3\%$ ($p <0.05$) and a reduction in urinary nitrogen urea nitrogen excretion ranging from 210.1 g to 184.2 g / d / cow ($p <0.05$). The study concluded that the GBE can completely replace soybean meal in dairy cow rations as long as they are combined with a source of soluble nitrogen due to their high content of undegradable rumen protein.

Keywords: cow Holstein, nitrogen, efficiency, excretion, Morocco.

INTRODUCTION

La suralimentation azotée est une pratique courante dans des fermes de production intensive de lait. En effet, les rations destinées aux vaches laitières à haut potentiel de production contiennent en moyenne 18 % de protéines brutes (Pacheco *et al.*, 2012). En termes de l'alimentation des bovins laitiers, la protéine est l'une des matières premières les plus coûteuses et représente un élément clef de la pollution de l'environnement. L'efficacité de la conversion des protéines alimentaires en protéines du lait par les vaches laitières est d'environ 25 % (Calsamiglia *et al.*, 2010).

Dans la région de Tensift-Al Haouz du Maroc, les vaches laitières sont nourries principalement avec des rations de base constituées par l'ensilage de maïs, la luzerne fraîche et la paille. Avec ces types de rations, le supplément protéique demeure le tourteau de soja (TS). Bien que le TS soit un supplément azoté le plus répandu en élevage laitier, son efficacité d'utilisation de l'azote est faible en raison de l'importante de dégradation de ses protéines par les microbes du rumen (Colmenero et Broderick, 2006). Seuls 34 % des protéines contenues dans le TS échappent aux processus de dégradation et de fermentation des aliments au niveau du rumen (NRC, 2001). D'après les estimations, près de 66 % de ses protéines ne sont pas réellement utilisées par l'animal plutôt contribuent à l'augmentation d'N excrété dans les urines et le lait (Colmenero et Broderick, 2006). Ainsi, l'utilisation du TS comme source principale des protéines d'une ration ne peut se traduire que par des pertes économiques considérables surtout que le TS doit être importé. Pour cela, les producteurs du lait devraient être incités à utiliser d'autres sources de complément azoté dont l'efficacité alimentaire est justifiée par la résistance à la dégradation de leurs protéines face à l'intense activité des bactéries du rumen.

L'utilisation des drèches de brasserie ensilées dans la supplémentation protéique des rations des vaches laitières par les éleveurs de la région du Tensift-Al Haouz/Maroc, pourrait s'avérer plus intéressante. En effet, cet ingrédient alimentaire contient de l'azote peu soluble ainsi qu'une grande proportion des protéines non dégradables dans le rumen (CIGI, 2011). Par ailleurs, la supplémentation des rations à base d'ensilage de maïs par les drèches de brasserie

permettrait d'augmenter la synthèse des protéines microbiennes et le recyclage d'N uréique à travers la salive et la paroi du rumen (Wickersham *et al.*, 2009). Leur richesse en protéines non dégradables et en fibres (NDF : 47 %, ADF : 22 %, ADL : 5, 5 %) en fait une ressource très appréciée pouvant remplacer les matières premières couramment utilisées telles que le l'orge, le maïs, le tourteau de soja, la luzerne déshydratée...etc (Cherifi, 2018).

Bien que les avantages nutritionnels et la viabilité économique des drèches de brasserie aient été rapportés par certains auteurs (Chibisa *et al.*, 2012), leur utilisation dans la formulation des rations des vaches laitières n'est pas encore adoptée par la majorité d'éleveurs.

Ainsi, le but de ce travail a été de montrer l'intérêt du remplacement total du tourteau soja par les drèches de brasserie ensilées sur l'efficacité de l'utilisation de l'azote, l'excrétion d'azote uréique urinaire et la production de lait des vaches Holstein en début de lactation.

MATERIEL ET METHODES

ZONE D'ETUDE

La Ferme faisant objet de cette étude est localisée à GHMAT dans la plaine du Tensift-Al Haouz sur l'axe Ouarzazate se trouvant au sud de la préfecture de Marrakech (31° 33' 46.109" N 7° 57' 33.43" W) au Maroc. La plaine du Tensift-Al Haouz s'étend sur une superficie de 663000 hectares dont 473000 hectares de surface agricole utile. Elle est limitée au nord par le massif montagneux ancien de faible altitude des Jbilet, au sud par la chaîne du Haut-Atlas s'élevant jusqu'à 4165 m (mont Toubkal), à l'ouest par le plateau d'Essaouira-Chichaoua qui la sépare de l'océan Atlantique, et à l'est par les premiers reliefs du Moyen-Atlas.

Le climat est semi-aride, caractérisé par des précipitations de l'ordre de 250 mm par an et une température moyenne de 19,7° degrés celsius (Erraki, 2007). Son réseau hydrographique est constitué par deux systèmes de l'oued Tensift à l'ouest qui reçoit tous les affluents du Haouz central et occidental et des oueds Tessaout et Lakhdar à l'Est qui font partie du bassin versant de l'Oum Rbiaa. La végétation herbacée n'est observée que sur une surface irriguée de 185244 hectares où le total des

apports en eau de surface et la pluie est estimé à 847m³/an (Abourida *et al.*, 2008). Quelques arbres isolés ou en bouquets sont remarquables le long des routes qui traversent la préfecture de Marrakech et autour de nombreux cimetières musulmans à l'intérieur desquels la végétation s'est préservée. La brousse à jujubier s'étend à peu près sans discontinuité au Nord du Haut Atlas vers l'Ouest jusqu'à l'arganier.

Matériel animal

Quinze vaches laitières Holstein ayant une durée de lactation de 2 à 12 semaines ont été choisies aléatoirement et réparties équitablement en trois lots (5x3). Les critères de choix et de répartition de ces vaches ont été la date de vêlage et le niveau de production de lait. Au début de l'expérience, le poids moyen et le niveau moyen de production de lait des vaches retenues étaient respectivement de 618 kg et 24,2 kg. Le nombre de vêlage de ces animaux était en moyenne de 2 et leur âge était compris entre 39 et 52 mois.

Aliments utilisés

Afin de tenir en compte du calendrier fourrager de l'éleveur, les dispositifs expérimentaux ont été montés durant la période du 24 octobre au

6 décembre 2020 coïncidant avec le début de l'hiver. Sept ingrédients alimentaires ont été utilisés pour formuler deux types des rations (Tableau1). Les aliments de base étaient composés par l'ensilage de maïs, la luzerne et la paille. Le tourteau de soja et les drèches de brasserie ensilées ont été utilisés comme source principale de protéines pour chaque type de ration. Le maïs (grains écrasés) a été incorporé dans les rations comme un ingrédient d'accompagnement énergétique. Une biomasse de 300 kg de luzerne était quotidiennement récoltée dans de parcelles de la ferme puis étalée au soleil pendant 6 heures. La paille avait été achetée et stockée dans un hangar bien aéré.

Alimentation et mode de distribution

Des rations équilibrées (composées d'ensilage de maïs, TS ou DBE, aliments concentrés et du complexe minéraux-vitamines) ont été distribuées individuellement dans les mangeoires situées dans la salle de traite à 4 h 00' du matin et 14 h 00' du soir. La luzerne fanée et la paille étaient distribuées dans des mangeoires situés à l'extérieure de la salle de traite avant et après chaque traite qui avait lieu à 6 h 00' et 16 h 00'. La distribution des rations à expérimenter a duré 28 jours et une période de transition alimentaire a été de 7 jours pour chaque essai.

Tableau 1 : Composition des rations et taux d'incorporation des aliments utilisés durant la période de l'étude.

Composition of rations and rates of incorporation of ingredients used during the experimentation period.

Ingrédients, (%MS)	Ration avec TS	Ration avec DBE
Drèches Ensilées de brasserie	-	8 ± 1,1
Farine de maïs	8 ± 1,2	4 ± 0,7
Luzerne fraîche	20 ± 1,2	20 ± 0,4
Ensilage, Maïs	32 ± 0,7	32 ± 2,3
Paille de blé	3 ± 1,8	3 ± 1,0
Aliment composé	28 ± 2,6	28 ± 2,2
Tourteau de soja, TS	6 ± 0,6	-
Son de blé	3 ± 0,3	5 ± 0,7
Ration total	100	100

Abréviations : MS = Matière sèche ; TS = tourteau de soja ; DBE = drèches de brasserie ensilées

CALCUL DES RATIONS

Le calcul des besoins totaux des animaux a été réalisé de manière dite « factorielle » en considérant les équations établies à l'INRA (2007) comme suit :

$$MSI = 1,4PV^{0,75} + 0,25PL$$

$$UFL = 5,2 + 0,44PL$$

$PDI = 3,25PV^{0,75} + 48PL$ Où :
MSI = Matières sèches ingérées, UFL = unité fourragère Lait, $PV^{0,75}$ = poids métabolique, PDI = protéines digestibles dans l'intestin et PL = production laitière.

Les informations portant sur la composition en protéines et en énergie des aliments commerciaux ont été collectées à partir des étiquettes d'emballages fournies par les fabricants d'aliments composés pour le bétail.

L'équilibration et la critique des rations ont été réalisées à l'aide du programme ALIM32 (APC, ULg, licence 2009), conçu pour travailler selon les valeurs alimentaires estimées dans le système français des PDI et suivant les recommandations de Baumont *et al.* (2007). Les unités utilisées pour le calcul des besoins des animaux et des apports alimentaires ont été l'UFL (unité fourragère lait) qui équivaut à l'énergie pour la production de lait et les PDI exprimant les protéines digestibles dans l'intestin. Les apports totaux et taux de couverture en MS, UFL, PBT et PDI (PDIN et PDIE) ont été générés automatiquement à l'aide du logiciel ALIM32 (APC, ULg, licence 2009).

MESURES ET ANALYSES

Détermination de l'ingestion des aliments

Le contrôle des ingestions a été effectué quotidiennement par le pesage des quantités d'aliments distribués et non ingérés par chaque animal. La quantité d'aliments ingérés a été donnée par la différence entre le poids de la ration distribuée et la quantité d'aliments non ingérés (les refus).

Détermination des N ingéré, N uréique urinaire et N impliqué dans la synthèse des protéines du lait

La quantité d'N ingéré (Ni) a été exprimée par l'équation $Ni (g/j) = -37 + 39,8 \cdot PBTi$ (Wattiaux et Ranathunga, 2015) où Ni = azote ingéré et PBTi = protéines brutes totales contenues dans la ration ingérée. L'N uréique urinaire (NUU) et l'N impliqué dans la synthèse des protéines du lait (NL) ont été prédits à l'aide des équations respectives : $NL (g/j) = 188 - 0,25 \cdot PBT$ et $NUU (g/j) = 32 + 16,1 \cdot TUL$ (Wattiaux et Ranathunga, 2015) où NL = N impliqué dans la synthèse des protéines du lait ; NUU = N uréique urinaire ; PB = Protéines brutes totales contenues dans une ration.

Détermination de l'efficacité de l'utilisation d'azote

L'efficacité de l'utilisation d'azote (EUN) a été exprimée en pourcentage du rapport entre la quantité d'N impliqué dans la synthèse des protéines de lait et la quantité d'N ingéré suivant la formule $EUN (\%) = (NL \times 100) / Ni$ (Calsamiglia *et al.*, 2010). Les productions individuelles de lait ont été mesurées après chaque traite à l'aide d'une balance à ressort circulaire suspendue.

Détermination du taux de l'urée du lait

Les échantillons de lait ont été prélevés sur les laits de la traite du matin et du soir puis mélangés pour mesurer leurs concentrations en urée du lait (TUL). Un total de 420 échantillons de lait mélangé a été analysé par la méthode colorimétrique au 4-diméthyl-aminobenzaldéhyde (4-DMAB) (FAO, 2016).

Analyses statistiques

Les données collectées ont été traitées avec le tableur Excel (Microsoft Office 2013). L'analyse statistique des données a été faite à l'aide du logiciel SPSS version 20 (SPSS, Chicago, IL, USA) et le test Scheffé a été utilisé pour comparer les moyennes des résultats des deux études. Le niveau de signification statistique a été déclarée à $p < 0,05$.

RESULTATS

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-types (tableau 2). Durant la période d'expérimentations, les vaches laitières ont consommé quotidiennement de 23,8 kg MS, 18,7 % de PBT, 23,5 UFL et 712 g d'N pour les rations contenant le tourteau de soja contre 24,2 kg MS, 16,2 % de PBT, 23,8 UFL et 627g d'N pour les rations complémentées avec les drèches de brasserie ensilées. Les vaches ont significativement diminué la quantité d'Ni lorsque des rations complémentées avec les drèches de brasserie ensilées (DBE) avaient été distribuées ($p < 0,05$). Une diminution non significative de production de lait passant de 24,3 à 22,8 kg de lait/jour a été aussi observée lorsque les vaches laitières avaient ingéré les rations

contenant les drèches de brasserie ensilées ($p>0,05$). L'efficacité d'utilisation de l'Azote des vaches nourries avec les rations contenant les drèches de brasserie ensilées, a été en moyenne de 25,8 % contre 23,6 % de leurs homologues ayant reçu des rations complémentées avec le tourteau de soja ($p<0,05$). De même, l'excrétion de l'Azote uréique urinaire (NUU) a été significativement réduite allant de 210,1 g à 184,2 g /j. Les taux de l'urée dans le lait (TUL) ont varié entre 27,3 et 32,7 mg/dl. Les valeurs

de TUL les plus élevés ont été observé chez les vaches ayant consommé les rations contenant le tourteau de soja. Les valeurs de TUL au-delà de la marge recommandée (> 30 mg/dl) ont été observées chez les vaches nourries avec les rations supplémentées avec le tourteau de soja. L'ANOVA a montré des différences hautement significatives pour les facteurs NUU et TUL entre les lots de vaches nourries avec les rations supplémentées avec le tourteau de soja et les drèches de brasserie ensilées.

Tableau 2 : Effet de la substitution totale du tourteau de soja par les drèches de brasserie ensilées.

Effect of total substitution of soybean meal with ensiled brewers grains.

Facteurs de variation	Ration avec TS	Ration avec DBE	Moyenne total
MSI (kg/j)	23,8 ± 1,9	24,2 ± 1,1	24,0 ± 0,3
PBT, %	18,7 ± 0,9	16,2 ± 1,3	17,5 ± 1,8
Ni (g/j)	712 ± 63	627 ± 43	669,5 ± 60,1
PL (kg/j)	24,3 ± 2,3 ^a	22,8 ± 1,7 ^a	23,6 ± 1,1
TUL (mg/dl)	32,7 ± 1,3 ^a	29,2 ± 0,9 ^b	31,0 ± 2,5
EUN %	23,6 ± 2,6 ^a	25,8 ± 1,3 ^b	24,7 ± 1,6
NUU, g/j/vache	210,1 ± 7,8 ^a	184,2 ± 5,2 ^b	197,2 ± 18,6

MSI = Matière sèche ingérée ; PBT = Protéines brutes totales ; Ni = Azote ingéré ; PL = Production laitière ; TUL = taux de l'urée du lait ; EUN = efficacité d'utilisation de l'azote ; NUU = Azote uréique urinaire ; TS = tourteau de soja ; DBE = drèches de brasserie ensilées

^{ab} Les différences significatives sont montrées par les lettres différentes dans une même ligne, $p < 0,05$.

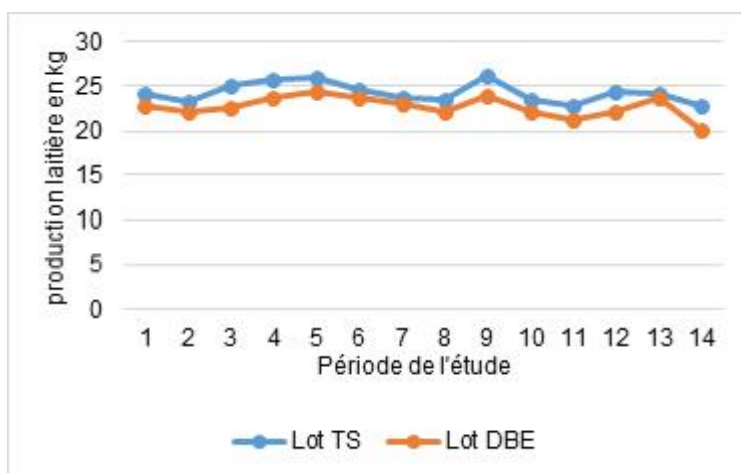


Figure 1 : Evolution de la production laitière des vaches laitières durant la période de l'étude.

Evolution of milk production of dairy cows during the study period.

DISCUSSION

Evolution de la production laitière

Durant notre étude, l'évolution de la production laitière des vaches a été similaire (Figure 1) et aucune différence significative n'a été observée

entre les lots de vaches nourries avec les drèches de brasserie ensilées et le tourteau de soja. Les résultats présentés dans le tableau 2 montrent que la supplémentation des rations des vaches en début de lactation avec les drèches de brasserie ensilées entraîne une baisse non significative de la production de lait ($p>0,05$). Cependant, ces résultats ne concordent pas

avec ceux rapportés par Chibisa *et al.* (2012) qui ont observé une augmentation significative de la production lait lorsque le tourteau de soja avait été totalement remplacé par des drèches de brasserie humides ou déshydratées. D'autres auteurs ont indiqué que l'ingestion des rations contenant les drèches de brasserie permet d'accroître la quantité de protéines absorbées dans l'intestin (Nuez-Ortin et Yu, 2009). Généralement, les drèches de brasserie sont riches en fibres digestibles (NDF = 47 % ; Harouz-Cherifi *et al.*, 2018) et leur concentration en protéines absorbables dans l'intestin est comparable à celle des pois protéagineux, du gluten de maïs ou des tourteaux de colza (Westendorf *et al.*, 2014).

La baisse de production de lait observée dans notre étude est attribuable au mode de stockage des drèches de brasserie (ensilage). En effet, les drèches de brasserie se détériorent très facilement en raison de leur taux d'humidité élevée (80 %) et leur teneur en sucres fermentescibles favorables à la croissance de bactéries, de levures et de champignons. Westendorf *et al.* (2014) ont constaté une détérioration de rendement en lait lorsque les drèches de brasserie étaient utilisées comme source principale de protéines dans la ration des vaches hautes productrices.

En outre, cette baisse de production de lait serait liée à un taux très faible d'incorporation (seulement 8 %) des drèches de brasserie ensilées dans les rations. Or, Westendorf *et al.* (2014) recommandent d'inclure 20 à 30 % de drèches de brasserie dans la ration en raison de leur faible teneur en lysine et la méthionine. A cet effet, Mussato *et al.* (2006) recommandent de combiner les drèches de brasserie avec des sources d'Azote soluble telles que l'urée en raison de leur richesse en protéines non dégradables dans le rumen. Cependant, il est important de noter que la digestibilité MS, MO, des protéines et de l'énergie diminue avec l'augmentation du taux d'incorporation des drèches de brasserie dans une ration (Harouz-Cherifi *et al.*, 2018). Par contre, des taux dépassant 20% diminuent la digestibilité de la ration destinée aux chèvres laitières en entretien et en fin de lactation (Silva *et al.*, 2010).

Evolution des taux de l'urée du lait et l'excrétion de l'Azote uréique urinaire

Durant la période de notre expérimentation, une diminution significative des taux de l'urée dans

le lait et de l'Azote uréique urinaire a été observée pour les vaches laitières auxquelles nous avons distribué des rations contenant les drèches de brasserie ensilées ($p < 0,05$). Les valeurs des taux de l'urée dans le lait ont significativement baissé avec l'ingestion des rations contenant les drèches de brasserie ensilées par rapport aux rations contenant le tourteau de soja. Des faibles niveaux de taux de l'urée dans le lait observés après l'ingestion des rations contenant les drèches de brasserie ensilées serait liée à une forte proportion de leurs protéines absorbables dans l'intestin par rapport au tourteau de soja. Une augmentation des protéines by-pass d'une ration permet d'accroître la quantité d'acides aminés absorbés dans l'intestin grêle (Westendorf *et al.*, 2014) ; ce qui diminue la quantité d'N uréique excrété dans le lait et dans les urines. En revanche, les teneurs de l'urée dans le lait augmentent linéairement si les rations contiennent un excès de protéines dégradables dans le rumen par rapport à l'énergie disponible (Huhtanen et Hristov, 2009).

Bien que le tourteau de soja soit un complément protéique le plus utilisé en élevage laitier, son efficacité azotée est faible en raison de l'importante dégradation de ses protéines par les microorganismes du rumen (NRC, 2001). La dégradabilité théorique des protéines du tourteau de soja est estimée à 64,4 % contre 41 à 49 % (Promkot *et al.*, 2007) de celle des drèches de brasserie humides, déshydratés ou ensilées. Il a été rapporté que l'incorporation des drèches de brasserie ensilées ou déshydratées dans une ration à base d'ensilage de maïs augmente significativement la synthèse des protéines microbiennes et le recyclage d'N uréique *via* la salive et la paroi du rumen (Wickersham *et al.*, 2009).

Généralement, une augmentation des taux de l'urée dans le lait est le plus souvent observée pour des rations riches en protéines dégradables dans le rumen ne contenant pas suffisamment des glucides facilement fermentescibles. Des taux de l'urée dans le lait sont le plus souvent élevés durant les premiers mois de lactation en raison de la déficience énergétique pour les vaches laitières (Johnson et Young, 2003). Dans cette situation, le métabolisme animal favorise l'utilisation des acides aminés à des fins énergétiques avec une production concomitante de l'urée qui sera éliminée dans l'urine et le lait (Beckers, 2013). Ceci augmente inévitablement les concentrations de l'urée dans le lait et l'N uréique urinaire tout en réduisant l'efficacité de

la protéine d'une ration (Munyaneza et El Hachimi, 2019). Il a été rapporté que plus les protéines dégradables dans le rumen augmentent dans une ration plus l'urée du lait et l'azote uréique urinaire augmentent linéairement (Nousiainen *et al.*, 2004 ; Kauffman et St-Pierre, 2001). Pour ce faire, les producteurs du lait devraient s'intéresser à l'utilisation des drèches de brasserie ensilées dont l'efficacité nutritionnelle est élevée.

Efficienc e d'utilisation de l'azote

En élevage laitier, l'efficacité d'utilisation azotée se calcule par le rapport entre la quantité d'azote excrété dans le lait et la quantité d'azote ingéré. La moyenne de l'efficacité d'utilisation de l'azote a varié entre 25,8 % et 23,6 % respectivement dans des lots des vaches nourries avec les rations supplémentées avec les drèches de brasserie ensilées et le tourteau de soja. Une faible différence mais significative a été observée entre les deux types de rations ($p < 0,05$). Dans leur étude, Gourley *et al.* (2012) ont trouvé que l'efficacité azotée des vaches laitières était significativement et négativement corrélée avec les apports azotés distribués aux vaches laitières. Il est à noter que l'efficacité azotée d'une vache laitière est le plus souvent comprise entre 10 et 40 % avec une moyenne de 25 % d'N ingéré (Calsamiglia *et al.*, 2010). Dans ce cas, entre 60 et 90 % d'N ingéré par une vache en lactation est rejeté sous la forme de l'urée dans l'urine et les excréments. Les femelles en lactation en éliminent aussi 3 à 5 % avec le lait produit (Spek *et al.*, 2013).

Dans la pratique de rationnement des vaches laitières, l'augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'Azote passe par l'accroissement du rapport protéines by-pass/ protéines brutes totales d'une ration (Nousiainen *et al.*, 2004). Il a été observé qu'un accroissement de pourcentage des PB dans la ration passant de 16,5 à 19,4 % entraîne une diminution de l'efficacité azotée allant jusqu'à 5,4 % (Colmenero et Broderick, 2006). Selon ces derniers auteurs, le dosage des rations avec 16,5 % de PB permet d'augmenter l'efficacité de l'utilisation d'N et d'optimiser la production de lait.

L'efficacité d'utilisation de l'Azote des vaches observée dans notre étude était significativement élevée lorsque le taux de l'urée du lait, l'N uréique urinaire et la production de lait étaient

moins élevés. Une étude récente a mis en évidence une corrélation négative entre l'efficacité d'utilisation de l'Azote et les concentrations de l'urée dans le lait, l'N uréique urinaire et le rendement en lait des vaches laitières (Munyaneza et El Hachimi, 2019).

Ainsi, l'équilibrage des rations avec les drèches de brasserie ensilées permettrait de mieux gérer les sources alimentaires, d'augmenter l'efficacité des rations et de protéger l'environnement contre les déchets azotés issus des fermes laitières.

CONCLUSION

L'étude a révélé que la supplémentation protéique des rations par les drèches de brasserie ensilées pourrait s'effectuer avec une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'Azote sans affecter trop les performances de production de lait. En effet, les drèches de brasserie ensilées sont intéressantes si l'on désire augmenter le flux des protéines métabolisables absorbées dans l'intestin grêle tout en limitant le gaspillage des protéines à travers la réduction de l'urée excrétée dans les urines et le lait. Par ailleurs, le contexte actuel de la gestion des déchets azotés au niveau des fermes laitières se révèle favorable à la formulation des rations plus efficaces permettant de produire le lait dans le respect des normes environnementales. Ainsi, la substitution totale du tourteau de soja par les drèches de brasserie ensilées serait une meilleure stratégie de supplémentation protéique des rations destinées aux vaches laitières à condition de les associer avec une source d'Azote soluble.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts concernant la publication de cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

NM et GN a contribué à la mise en place du protocole d'expérimentation et à la collecte de données. Les auteurs NM, GN et YH ont tous contribué à l'analyse statistique des données. NM a rédigé le présent manuscrit. YH et GN ont contribué à son amélioration.

REFERENCES

- Abourida.A., V. Simonneaux, S. Errouane et F Sighir. 2009. Estimation des volumes d'eau pompés dans la nappe pour l'irrigation (plaine du haouz, marrakech, maroc). Comparaison d'une méthode statistique et d'une méthode basée sur l'utilisation de la télé-détection *Revue des Sciences de l'Eau* 22(1) :1-13.
- Baumont R., J.P. Dulphy, D. Sauvart, F. Meschy, J. Aufrère and J.L. Peyraud. 2007. Tables of composition and nutritional value of feed materials. In: Requirements and feeding of cattle, sheep and goats. Ed. Quae, Versailles, French, INRA, 149 -179 p.
- Beckers Y. 2013. L'équilibre des rations alimentaires des bovins : quelques pistes pour améliorer l'efficacité azotée. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17: 243-250.
- Calsamiglia S., A. Ferret, C.K. Reynolds, N.B. Kristensen and A.M Van Vuuren. 2010. Strategies for optimizing nitrogen by ruminants. *Animal.* 4(7):1181-1196.
- CIGI. 2011. Canadian International Grains Institute. Wheat DDGS Feed Guide. 1st ed., Winnipeg, MB, Canada.
- Chibisa G.E., D.A. Christensen and T. Mutsvangwa. 2012. Effects of replacing canola meal as the major protein source with wheat dried distiller's grains with solubles on ruminal function, microbial protein synthesis, omasal flow, and milk production in cows. *J. Dairy Sci.* 94(2): 3913-3927.
- Colmenero O.J.J. and G.A. Broderick. 2006. Effect of amount and ruminale degradability of soybean meal protein on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89(3):1635-1643.
- Dijkstra J., O. Oenema and A. Bannink. 2011. Dietary strategies to reducing N excretion from cattle: Implications for methane emissions. *Curr. Opin. Env. Sust.* 3(5):414-422.
- Erraki.S. 2007. Estimation des besoins en eau des cultures dans la région de Tensift AL Haouz : Modélisation, Expérimentation et Télé-détection. Thèse de doctorat, Univ. Cadi Ayyad Marrakech, Maroc, 128 pp.
- FAO. 2016. Food and Agriculture Organization. Assurance qualité pour les laboratoires d'analyse d'aliments pour animaux. Manuel FAO de Production et Santé Animales. No. 14. Rome.
- Gourley C.J.P., S.R. Aarons and J.M. Powell. 2012. Nitrogen use efficiency and manure management practices in contrasting dairy production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 147(15): 73-81.
- Harouz-Cherifi Z., Kadi S.A., Mouhous A., Bannelier C., Berchiche M. and T. Gidenne 2018. Effect of increasing level of brewers grains in diets of rabbits on carcass quality and economic efficiency. Proceedings of the 10th International Symposium on the Nutrition of Herbivores ISNH 2018. Clermont-Ferrand from 2-6 September 2018. France.
- Huhtanen P. and A.N. Hristov 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92(7):3222-3232.
- Johnson R.G. and A.J. Young. 2003. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in western commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 86:3008-3015.
- Kauffman A.J. and N.R St-Pierre. 2001. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 84(2):2284-2294.
- Munyaneza N. and Y. El Hachimi. 2019. Utilization of Milk Urea Concentration to Study Nitrogen Use Efficiency in Haouz Dairy Herds of Central Morocco. *Int. J. Livest. Res.* 9(5), 32-39.
- Mussato S.I and I.C. Roberto. 2006. Chemical characterization and liberation of pentose sugars from brewers' spent grain. *J. Chem. Technol. Biot.,* 81(3): 268-274.
- Nousiainen J., Shingfield K.J. and P. Huhtanen. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *J. Dairy Sci.* 87(2), 386-398.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Pacheco D., R.A. Patton., C. Parys and H. Lapierre. 2012. Ability of commercially available dairy ration programs to predict duodenal flows of protein and essential amino acids in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95(2):937-63.
- Powell J.M., C.J.P. Gourley, C.A. Rotz , D.M. Weaver. 2010. Nitrogen use efficiency: a measurable performance indicator for dairy farms. *Environ. Sci. Policy.* 13, 217-228.
- Promkot C., M. Wanapat and P. Rowlinson. 2007. Estimation of ruminal degradation and intestinal digestion of tropical protein resources using the nylon bag technique

- and the three-step in vitro procedure in dairy cattle on rice straw diets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 20 (12): 1849-1857.
- Spek J.W. 2013. Variation of milk urea in dairy. A study on factors that affect the relationship between urea concentration in milk and urea excretion in urine. PhD thesis. Wageningen University, 1-162.
- Wattiaux M.A. and S. Ranathunga. 2015. Milk urea Nitrogen as a tool to assess efficiency of Nitrogen utilization in dairy cows. *Proceedings of Four-State Dairy Nutrition and Management Conference*. 79-88p.
- Westendorf M.L., J.E. Wohlt Pas, C.J. Sniffen and R.T Ward. 2014. Nutrient content of brewers grains produced at a commercial brewery: Variation in protein/nitrogen, fiber, carbohydrate, fat, and minerals. *The Professional Animal Scientist* 30, 400–406.
- Wickersham T.A., E.C. Titgemeyer, R.C. Cochran and E.E. Wickersham. 2009. Effect of undegradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage. *British. J. Nutr.* 101(2):225-232.