

Digestibilité des ensilages de pulpes de betteraves avec ajout de mélasse

Yves Arrigo¹, Catherine Metthez² et Ueli Wyss¹

¹Agroscope, Institut des sciences en production animale IPA, 1725 Posieux, Suisse

²Sucre suisse SA, 3270 Aarberg, Suisse

Renseignements: Yves Arrigo, e-mail: yves.arrigo@agroscope.admin.ch



Un essai *in vivo* a été réalisé sur des moutons à tête brune pour déterminer la digestibilité de pulpes de betteraves avec différentes adjonctions de mélasse. (Photo: Yves Arrigo)

Introduction

Lors de l'élaboration du sucre à partir des betteraves, les résidus sous formes de pulpes et de mélasse sont mis en valeur dans l'alimentation animale. Afin d'en faciliter le transport, les pulpes sont surpressées pour en augmenter la teneur en matière sèche (Wyss et Metthez 2014). Sucre Suisse SA souhaite augmenter le taux

d'incorporation de mélasse dans les pulpes (actuellement de 4 %) afin d'en améliorer la conservation et la valeur nutritive. Pour étudier les effets de cet apport, des ensilages de pulpes ont été réalisés avec différents taux d'incorporation de mélasse (0 %, 7 %, 14 %; Wyss *et al.* 2015).

La digestibilité de ce type d'aliment a été déterminée *in vivo* avec des moutons.

Animaux, matériel et méthode

La détermination de la digestibilité apparente a été réalisée avec quatre béliers castrés adultes de race tête brune (type Oxford) par traitements ($83,9 \pm 9,3$ kg de poids vif (PV)). Après trois semaines d'adaptation à leur ration, les animaux étaient équipés d'un harnais pour récolter les fèces lors de deux périodes de quatre jours de bilan. Les animaux étaient rationnés à $0,38$ MJ énergie métabolisable par kg de poids métabolique $+10\%$ de réserve ($(PV^{0,75} \times 0,38 \text{ MJ EM}) \times 1,1$). Au besoin, un niveau minimal de 110 g de matière azotée par kg de matière sèche était assuré par du tourteau de soja. Les ensilages de pulpes (fig. 1) ont été réalisés en novembre 2013 par Sucre Suisse SA avec trois niveaux d'incorporation de mélasse, soit 0% , 7% et 14% dans la matière fraîche (Wyss *et al.* 2015). Etant donné les petites quantités utilisées pour l'essai et afin d'éviter les post-fermentations, une couche de 10 cm a été extraite des balles quotidiennement avant le prélèvement destiné aux moutons. Les rations étaient conservées en chambre froide (5 °C) jusqu'à leur distribution. >

Résumé ■ La mélasse issue de la fabrication du sucre de betteraves permet d'améliorer les qualités fermentaires des ensilages de pulpes. Afin de vérifier la digestibilité des ensilages de pulpes avec ajout de mélasse, un essai *in vivo* avec des moutons a été réalisé par Agroscope à Posieux. Les béliers castrés adultes ($n=4$ /traitement; $83,9 \pm 9,3$ kg) ont reçu des rations composées de 40% d'ensilage de pulpes (avec 0% , 7% ou 14% de mélasse) et 60% de foin. Dans une seconde phase, ils recevaient 60% de pulpes et 40% de regain. Les coefficients de digestibilité de la matière organique, de la matière azotée et de l'énergie brute ne se sont pas distingués en fonction du taux d'incorporation de mélasse. Celles obtenues avec 40% de pulpes dans la ration étaient supérieures ($p<0,01$) à celles obtenues avec 60% de pulpes. Les digestibilités des constituants pariétaux (cellulose brute, lignocellulose et parois) ne se sont distinguées ni en fonction du taux de mélasse ni en fonction de la part de pulpes dans la ration.



Figure 1 | Pulpes de betteraves au désilage. (Photo: Ueli Wyss)

Tableau 1 | Composition chimique des aliments et fourrages (g/kg de matière sèche)

| | foin/regain | pulpes 0 % | pulpes 7 % | pulpes 14 % |
|------------------------------------|-------------|------------|------------|-------------|
| Matière sèche (%) | 92,9 / 93,3 | 32,8 ±0,1 | 34,7 ±0,0 | 37,5 ±0,2 |
| Matière azotée | 120 / 105 | 83 ±3 | 92 ±2 | 101 ±2 |
| Cellulose brute | 284 / 282 | 217 ±3 | 195 ±2 | 165 ±4 |
| Cendres | 86 / 80 | 75 ±3 | 88 ±9 | 93 ±2 |
| Lignocellulose, ADF | 309 / 309 | 246 ±4 | 218 ±6 | 195 ±1 |
| Parois, NDF | 544 / 548 | 482 ±18 | 401 ±10 | 345 ±15 |
| Calcium | 3,5 / 4,6 | 10,9 ±0,0 | 9,1 ±0,2 | 8,7 ±0,1 |
| Phosphore | 4,3 / 4,1 | 0,9 ±0,0 | 0,8 ±0,0 | 0,7 ±0,0 |
| Magnésium | 1,3 / 1,5 | 2,2 ±0,0 | 1,8 ±0,1 | 1,7 ±0,1 |
| Potassium | 17,3 / 20,0 | 4,0 ±0,1 | 14,2 ±2,2 | 20,0 ±0,1 |
| Energie brute, en MJ | 18,3 / 18,5 | 17,3 ±0,3 | 17,2 ±0,0 | 17,1 ±0,0 |
| Sucres hydrosolubles | n.a. | 13 ±3 | 28 ±8 | 49 ±3 |
| Sucres soluble à l'éthanol | n.a. | 11 ±2 | 19 ±8 | 37 ±3 |
| Graisse | 24 / 27 | 12 ±0 | 11 ±0 | 11 ±0 |
| Alanine | 6,9 / 6,4 | 4,3 | 4,5 | 4,8 |
| Arginine | 5,1 / 5,0 | 3,6 | 3,4 | 3,0 |
| Asparatine | 11,0 / 8,7 | 7,9 | 7,2 | 7,8 |
| Cystine | 1,1 / 1,0 | 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| Ac. glutamique | 11,2 / 9,5 | 7,6 | 9,6 | 11,1 |
| Glycine | 5,4 / 5,2 | 3,7 | 3,7 | 3,6 |
| Histidine | 1,9 / 1,8 | 2,9 | 2,7 | 2,4 |
| Isoleucine | 4,6 / 4,2 | 3,5 | 3,4 | 3,3 |
| Leucine | 8,1 / 7,8 | 5,4 | 5,1 | 4,9 |
| Lysine | 4,4 / 4,8 | 6,6 | 6,1 | 5,4 |
| Méthionine | 1,9 / 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 |
| Phénylalanine | 5,3 / 5,2 | 3,4 | 3,2 | 2,9 |
| Proline | 14,0 / 8,0 | 4,2 | 5,9 | 7,0 |
| Sérine | 4,2 / 3,9 | 4,0 | 3,9 | 3,6 |
| Thréonine | 4,7 / 4,4 | 4,1 | 3,8 | 3,5 |
| Tryptophane | 1,9 / 2,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Tyrosine | 3,1 / 2,9 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| Valine | 6,0 / 5,4 | 5,3 | 5,0 | 4,7 |
| C18:2n ⁻⁶ | 4,1 / 3,7 | 4,2 | 4,2 | 5,4 |
| C18:3n ⁻³ | 11,7 / 13,4 | 0,4 | 0,5 | 0,8 |
| Produits fermentaires ¹ | - / - | 35 | 73 | 96 |

¹acides lactique, acétique, butyrique et propionique ainsi qu'éthanol.
n.a.: non analysé.

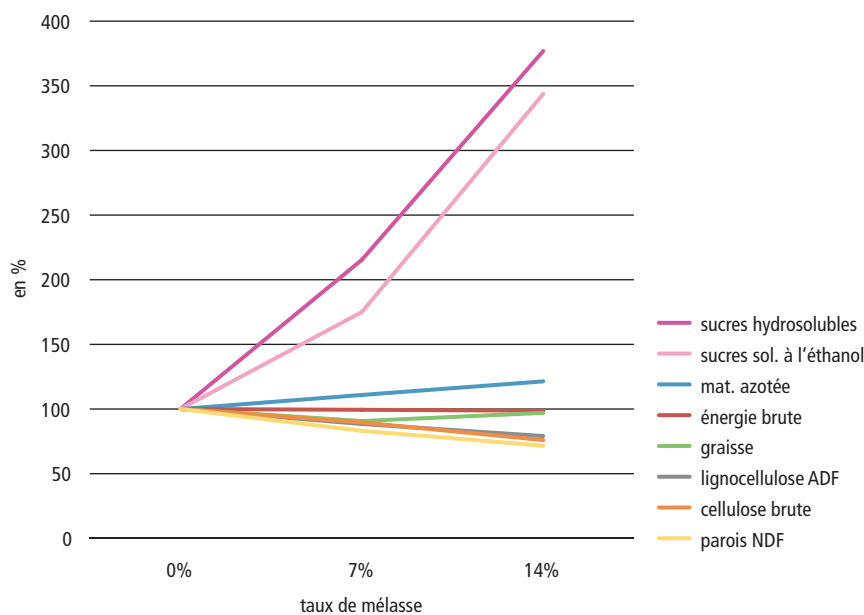


Figure 2 | Evolution des nutriments en fonction du taux d'incorporation de mélasse.

Les pulpes ne pouvant pas être affouragées en ration unique, elles ont été associées à du foin pour réaliser l'essai de digestibilité par différence (Rymer 2000). Dans ce cas, la digestibilité du foin, qui a été déterminée en ration unique, a été soustraite aux valeurs des rations mélangées. L'essai a été réalisé en deux temps. Lors d'une première phase, les animaux recevaient une ration composée de 60 % de foin et 40 % d'ensilage de pulpes (base matière sèche MS). Après une phase de repos, l'essai a été reconduit avec 60 % d'ensilage de pulpes dans la ration en gardant les animaux dans les mêmes traitements (taux de mélasse).

Résultats et discussion

Les animaux ont bien mangé leurs rations, les quelques restes enregistrés ne pouvaient pas être attribués au taux de mélasse dans les ensilages de pulpes, chaque traitement ayant fait l'objet d'au moins un reste.

Composition chimique des fourrages et ensilages

Les compositions chimiques des ensilages figurent dans le tableau 1. Avec le taux croissant de mélasse, les teneurs ont augmenté (fig. 2) pour la matière azotée (MA, +11 % avec 7 % de mélasse / +20 % avec 14 % de mélasse), pour

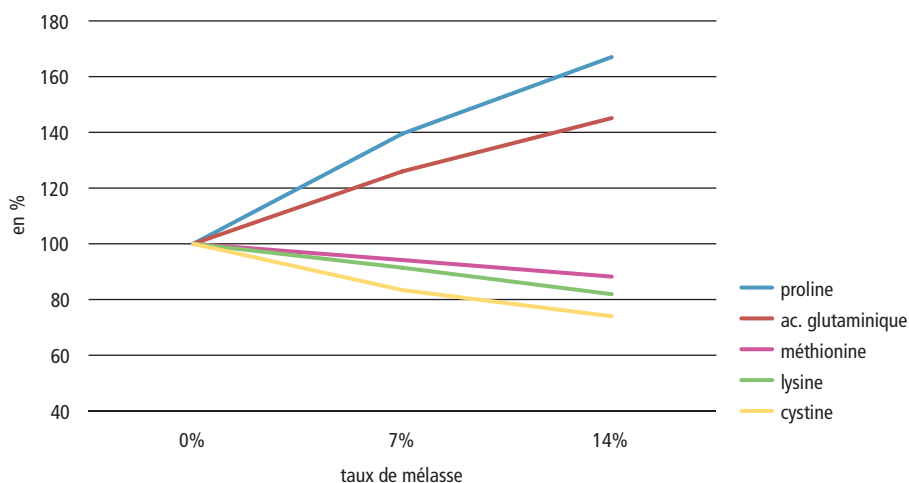


Figure 3 | Evolution des acides aminés en fonction du taux d'incorporation de mélasse.

Tableau 2 | Coefficients de digestibilité apparente par différence selon le taux de mélasse (%)

| Période 1, 40 % pulpes + 60 % foin | foin* n: 4 | ensilage pulpes 0 % mélasse n: 4 | ensilage pulpes 7 % mélasse n: 4 | ensilage pulpes 14 % mélasse n: 4 | S _x | p |
|---------------------------------------|-----------------|--|--|---|----------------|-----|
| dMO | 78,0 ±2,7 | 93,2 ±1,8 | 90,7 ±1,5 | 92,2 ±3,0 | 1,1 | 0,3 |
| dMA | 61,8 ±3,0 | 70,7 ±3,8 | 64,1 ±3,3 | 69,7 ±3,6 | 1,8 | 0,1 |
| dEB | 73,7 ±2,6 | 91,4 ±1,9 | 88,4 ±2,3 | 90,8 ±3,4 | 1,3 | 0,3 |
| Période 2, 60 % pulpes +40% regain | regain* n: 4 | n: 4 | n: 3 | n: 4 | | |
| dMO | 73,8 ±1,2 | 89,8 ±2,7 | 87,4 ±2,6 | 88,9 ±1,5 | 1,2 | 0,4 |
| dMA | 58,4 ±1,2 | 59,6 ±6,4 | 52,2 ±3,9 | 55,4 ±2,3 | 2,4 | 0,2 |
| dEB | 55,8 ±1,7 | 86,9 ±3,1 | 84,4 ±3,1 | 86,4 ±1,6 | 1,4 | 0,5 |

*Valeurs du foin/regain de référence pas prises dans l'analyse statistique.

S_x =erreur standard de la moyenne; p =seuil de signification.

dMO digestibilité de la matière organique, dMA digestibilité de la matière azotée, dEB digestibilité de l'énergie brute.

dMO et dMA de la Base suisse de données des aliments pour animaux, 85 % et 60 %.

Tableau 3 | Coefficients de digestibilité des nutriments en fonction du taux de pulpes dans la ration (%)

| | 40 % d'ensilage de pulpes dans la ration n: 12 | 60 % d'ensilage de pulpes dans la ration n: 11 | S _x | p |
|-----|--|--|----------------|-------|
| dMO | 92,0 ^a ±2,2 | 88,8 ^b ±2,3 | 0,7 | <0,01 |
| dMA | 68,2 ^a ±4,4 | 56,1 ^b ±5,1 | 1,4 | <0,01 |
| dEB | 90,2 ^a ±2,7 | 86,1 ^b ±2,6 | 0,8 | <0,01 |

S_x = erreur standard de la moyenne; p =seuil de signification.

Les valeurs d'une même ligne portant un indice distinct sont statistiquement différentes.

Tableau 4 | Valeurs nutritives des ensilages de pulpes de betteraves en fonction de la ration et du taux d'incorporation de mélasse

| 40 % pulpes + 60 % foin | pulpes 0% | pulpes 7% | pulpes 14% | |
|---------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|
| NEL, MJ | 7,2 | 7,1 | 7,1 | |
| NEV, MJ | 7,8 | 7,6 | 7,7 | |
| PAIE, g | 106 | 104 | 106 | |
| PAIN, g | 57 | 62 | 68 | |
| MA/NEL, g/MJ | 11,9 | 13,2 | 14,5 | |
| 60 % pulpes + 40 % regain | pulpes 0% | pulpes 7% | pulpes 14% | |
| NEL, MJ | 7,1 | 6,8 | 6,9 | |
| NEV, MJ | 7,6 | 7,3 | 7,4 | |
| PAIE, g | 101 | 100 | 103 | |
| PAIN, g | 54 | 61 | 66 | |
| MA/NEL, g/MJ | 11,5 | 13,4 | 14,5 | |
| moyenne périodes 1 et 2 | pulpes 0% | pulpes 7% | pulpes 14% | Feedbase.ch |
| NEL, MJ | 7,1 | 7,0 | 7,0 | 7,1 |
| NEV, MJ | 7,7 | 7,5 | 7,6 | 7,7 |
| PAIE, g | 104 | 102 | 105 | 102 |
| PAIN, g | 55 | 61 | 67 | 61 |
| MA/NEL g/MJ | 11,7 | 13,3 | 14,5 | 12,9 |

NEL énergie nette pour lactation; NEV énergie nette viande; PAIE protéines absorbables dans l'intestin synthétisées à partir de l'énergie disponible; PAIN protéines absorbables dans l'intestin synthétisées à partir de la matière azotée dégradée; MA/NEL rapport matière azotée par NEL.

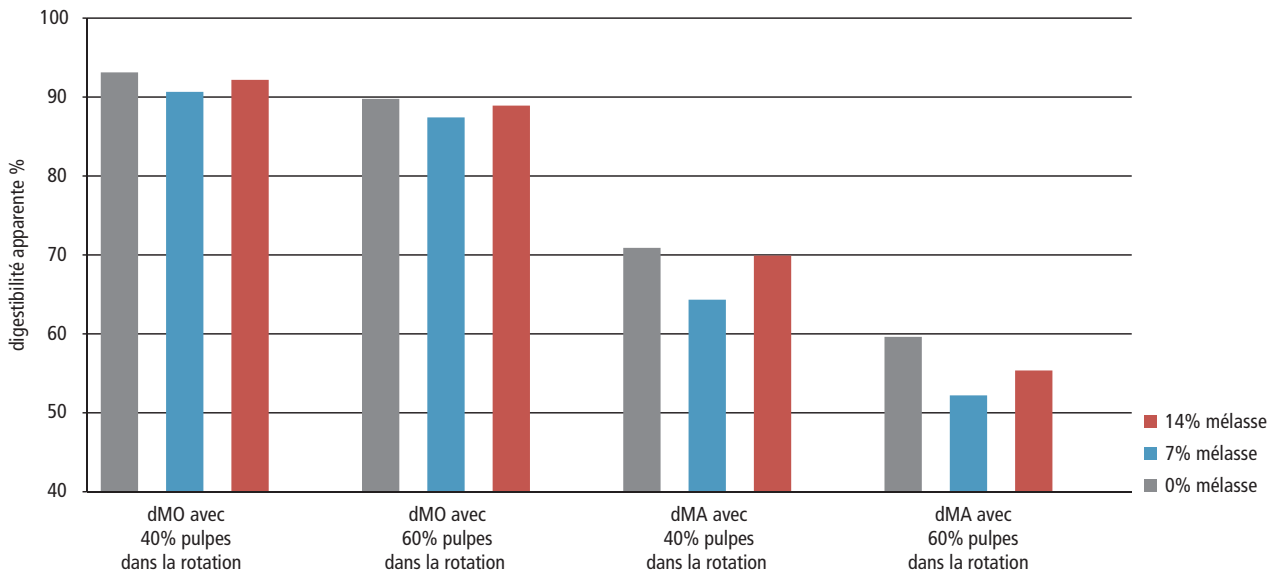


Figure 4 | Digestibilité apparente en fonction du taux d'incorporation de mélasse et de la part de pulpes dans la ration.

les sucres (les sucres hydrosolubles +115 %/280 %; les sucres solubles à l'éthanol +75 %/+244 %) et pour les cendres (+17 %/+25 %). Par contre, les valeurs des constituants pariétaux (cellulose brute CB; lignocellulose ADF; parois NDF) ont diminué (de -10 % à -28 %). Si les teneurs en minéraux (Ca, P, MG) ont diminué de l'ordre de 20 % avec l'apport de 14 % de mélasse, celle du potassium a augmenté de 400 % (ce qui peut avoir une incidence sur l'assimilation du magnésium selon la composition de la ration). La valeur énergétique (EB) n'a pas été accrue par l'apport de 14 % de mélasse (-1,3 %) ni le taux en matière grasse (-3,0 %).

En ce qui concerne les acides aminés (fig. 3), l'adjonction de 14 % de mélasse a augmenté les taux en proline (+66 %) et en acide glutamique (+46 %) et a réduit principalement la cystine (-26 %) et la lysine (-18 %).

Les acides gras linoléique (C18:2n⁻⁶) et alpha-linolénique (C18:3n⁻³) ont augmenté sensiblement avec l'ajout de mélasse (30 % et 82 %), alors que les autres acides avaient plutôt tendance à diminuer.

Digestibilité des nutriments

Les coefficients de digestibilité apparente de la matière organique (dMO), de la matière azotée (dMA) et de l'énergie brute (dEB) ne se sont pas distingués en fonction du taux d'incorporation de mélasse (tabl. 2). Par contre, les digestibilités obtenues avec 40 % de pulpes

dans la ration étaient supérieures ($p < 0,01$) à celles obtenues avec 60 % de pulpes dans la ration (tabl. 3; fig. 4). En augmentant la part en ensilage de pulpes, respectivement en réduisant la part en fourrage dans la ration, la vitesse de transit a probablement été accélérée, ce qui pourrait expliquer la réduction de la digestibilité des nutriments et de la valeur nutritive de la ration.

La valeur dMO obtenue avec 40 % de pulpes dans la ration était supérieure de 7 unités % à celle éditée dans la Base suisse de données des aliments pour animaux. Avec la ration comprenant 40 % de pulpes, la différence atteint 3,7 unités %. Les digestibilités des constituants pariétaux (cellulose dCB, lignocellulose dADF et parois dNDF) ne se sont distinguées ni en fonction du taux de mélasse, ni en fonction de la part de pulpes dans la ration. Les données des constituants pariétaux obtenues dans les fèces étaient particulièrement basses, induisant des digestibilités anormalement élevées par rapport à celles éditées dans la Base suisse de données (Agroscope 2015). Ces valeurs ne sont pas publiées dans cet article ni prises en compte dans le calcul de la valeur nutritive.

Valeur nutritive

Les valeurs nutritives ont été calculées avec les teneurs analysées (analyses chimiques) en matière azotée, matière grasse, cellulose brute, cendres et produits fermentaires (acides acétique, butyrique, lactique, propio-

nique et l'éthanol) et avec les digestibilités *in vivo* de la matière organique et de la matière azotée. Les digestibilités de la cellulose brute, de l'extractif non azoté et les autres paramètres requis sont issus de la Base suisse de données des aliments pour animaux (Agroscope 2015). Les valeurs nutritives obtenues étaient similaires entre elles et à celles données dans la Base suisse de données (tabl. 4).

Conclusions

L'adjonction de mélasse n'a pas eu d'incidence sur l'ingestion des ensilages par les animaux. Les moutons ont très bien accepté l'ensilage de pulpes de betteraves sans ou avec mélasse.

La part d'incorporation d'ensilage de pulpes dans la ration a eu un effet plus important que le taux de mélasse sur la digestibilité des nutriments.

L'apport de mélasse supplémentaire dans les pulpes n'a pas influencé les teneurs énergétiques en NEL/NEV, le système énergétique actuel ne prenant qu'indirectement en compte les sucres par l'intermédiaire de l'extractif non azoté. ■

Riassunto**Digeribilità *in vivo* negli ovini delle polpe insilate di barbabietole da zucchero con l'aggiunta di melassa**

La melassa proveniente dalla fabbricazione dello zucchero di barbabietola permette di migliorare la qualità di fermentazione degli insilati di polpe. Per verificare la digeribilità degli insilati di polpe con l'aggiunta di melassa, è stata realizzata una prova *in vivo* con ovini presso la sede Agroscope di Posieux. I montoni castrati adulti (n4/trattamento; 83,9 ± 9,3 kg PV) hanno ricevuto delle razioni composte dal 40 % di insilato di polpe (con 0 %, 7 % o 14 % di melassa) e dal 60 % di fieno. In una seconda fase, hanno ricevuto il 60 % di polpe e il 40 % di fieno di secondo taglio. I coefficienti di digeribilità della materia organica, della materia azotata e dell'energia lorda non si sono differenziati in funzione del tasso di incorporazione della melassa. Quelle ottenute con il 40 % di polpe nella razione erano superiori ($p < 0,01$) a quelli ottenuti con il 60 % di polpe. Le digeribilità dei costituenti parietali (cellulosa grezza, lignocellulosa e parete cellulare) non si sono distinte né in funzione del tasso di melassa né per quanto concerne la parte di polpe nella razione.

Summary***In vivo* digestibility in sheep of molassed beet-pulp silages**

Molasses from the manufacture of beet sugar enables an improvement in the fermentation quality of beet-pulp silages. An *in vivo* trial with sheep was carried out at Agroscope Posieux in order to ascertain the digestibility of molassed pulp silages. Adult wethers ($n = 4$ per treatment; 83.9 ± 9.3 kg average weight) were given rations consisting of 40 % pulp silage (with 0 %, 7 % or 14 % molasses) and 60 % hay of the first cut. In a second stage, they were given 60 % pulp and 40 % hay of the second cut. The coefficients of organic matter digestibility, nitrogenous matter and crude energy did not differ as a function of the molasses content incorporated. The coefficients obtained with 40 % pulp in the ration were greater ($p < 0.01$) than those obtained with 60 % pulp. Cell-wall constituent digestibility (crude cellulose, lignocellulose and cell walls) differed neither as a function of the amount of molasses added nor as a function of the percentage of pulp in the ration.

Key words: beet pulp, molasses, digestibility.

Bibliographie

- Agroscope, 2015. Base suisse de données des aliments pour animaux. Accès: <http://www.agroscope.admin.ch/futtermitteldatenbank/index.html?lang=fr>[05.2015]
- Rymer C., 2000. The Measurement of Forage digestibility In Vivo. In: Forage Evaluation in Ruminant (Ed. Given I. et al.). CABI Publishing Wallingford UK, 113-134.
- Wyss U. & Metthez C., 2014. Pulpes de betteraves riches en matière sèche et qualité d'ensilage. *Recherche Agronomique Suisse* 5 (4), 146–153.
- Wyss U., Metthez C. & Arrigo Y., 2015. Qualité de l'ensilage: pulpes de betteraves avec ajout de mélasse. *Recherche Agronomique Suisse* 6 (9), 416–423.