

Estimation de la teneur en parois végétales totales (NDF) des fourrages à partir de la spectrométrie dans le proche infra-rouge (SPIR)

Estimation of forage cell walls (NDF) by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS)

D. ANDUEZA, M. JESTIN, F. PICARD, J. ANDRIEU, R. BAUMONT

INRA, Unité de Recherche sur les Herbivores, 63122 St-Genès-Champagnelle

INTRODUCTION

La teneur en parois végétales est une caractéristique importante qui détermine pour partie la valeur alimentaire (digestibilité et ingestibilité) des fourrages. Pendant longtemps la fraction pariétale des fourrages a été caractérisée par la teneur en cellulose brute mesurée par la méthode de Weende. Actuellement la méthode la plus couramment utilisée est le fractionnement par la méthode de Van Soest. Ce fractionnement permet d'estimer le résidu NDF (*neutral detergent fiber*) qui correspond à la teneur en parois végétales totales. Ce critère largement répandu pour évaluer la fibrosité d'un fourrage n'était pas disponible jusqu'à présent dans les tables INRA de la valeur des fourrages (INRA, 1988).

La spectrométrie dans le proche infra-rouge (SPIR) a été utilisée avec succès en plusieurs occasions pour prévoir la teneur en NDF des aliments. Cependant il n'y a pas beaucoup d'études qui ont testé sa fiabilité pour une large gamme de fourrages et quand l'application pratique d'une équation a été testée les résultats obtenus n'étaient pas très satisfaisants (Kjos, 1991). L'objectif de cette communication est d'établir une équation de calibration SPIR pour estimer la teneur en NDF de la gamme de fourrages verts présents dans les tables INRA et de tester sa robustesse.

1. MATERIEL ET METHODES

La banque d'échantillons qui sous-tend la table de la valeur alimentaire des fourrages verts comprend 1100 échantillons (séchés à 80°C et broyés avec une grille de 0,8 mm.) dont les spectres SPIR ont été saisis avec le NIRSystems 6500 (NIRSystems, Silver Spring, MD, USA) qui enregistre l'absorbance tous les 2 nm entre 400 et 2500 nm. Un sous-ensemble de 164 échantillons représentatifs de cette population a été constitué sur la base de leur variabilité spectrale. Sur ces échantillons, la teneur en NDF a été dosée par la méthode AFNOR, (1997) en utilisant l'appareil Ankom (Ankom® Tech. Co., Fairport, NY, USA).

Pour établir l'équation de calibration de la teneur en NDF nous avons utilisé la méthode MPLS (*Modified Partial Least Squares*) sur les données spectrales après une transformation de première dérivée et correction de la diffusion de la lumière. Cette équation a été caractérisée par les écarts-types résiduels de calibration (SEc) et de validation croisée (SEcv) et par les coefficients de calibration (R^2) et de validation croisée (r^2).

Pour tester cette équation de calibration, nous l'avons appliquée sur deux populations indépendantes dont les teneurs en NDF ont également été dosées. La population 1 (P1) était composée de 22 autres échantillons de la base de données des 1100 choisis au hasard. La population 2 (P2) était composée de 32 échantillons ne faisant pas partie de cette base de données. Les écarts entre les résultats obtenus par la SPIR et les résultats chimiques ont été caractérisés par le biais, l'écart type aléatoire (Eta), l'écart type de prévision (SEp) et le

coefficient de détermination de prévision (R^2P). On considère comme significatif un biais plus élevé que le SEc et un Eta supérieur à 2 fois le SEc (Shenk et Westerhaus 1994).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les principales caractéristiques de la population et de l'équation de calibration sont données dans le tableau 1. On constate une large plage de variation qui englobe la plupart des fourrages utilisés en France. L'équation de calibration s'ajuste bien à la teneur en NDF de la population à partir de laquelle l'équation a été construite.

Tableau 1 : caractéristiques de l'équation de calibration NDF (%)

| | N | Et | Min | Max | SEc | R^2 | SEcv | r^2 |
|-----|-----|-----|------|------|------|-------|------|-------|
| NDF | 164 | 7,5 | 35,0 | 71,4 | 0,97 | 0,98 | 1,24 | 0,97 |

n : effectif; Et : écart type de la population ; Min : valeur minimale ; Max. : valeur maximale ; SEc : écart type résiduel de calibration ; R^2 : coefficient de détermination de calibration ; SEcv : écart type résiduel de validation croisée ; r^2 coefficient de détermination de validation croisée.

La validation de cette équation sur les fourrages faisant partie de la banque de données des tables (P1) ne fait pas apparaître de biais ni d'Eta significatifs. De plus, le SEp et le R^2P restent similaires à ceux de la validation croisée.

En revanche pour les fourrages ne faisant pas partie de la banque de données des tables (P2) on observe un biais et un Eta significatifs. La température de séchage différente entre les échantillons de calibration (80°C) et ceux de P2 (60°C) peut expliquer en partie le biais. L'augmentation de l'Eta indique que l'équation de calibration ne prend pas en compte toute la variabilité, et qu'elle peut être améliorée.

Tableau 2 : performances de l'équation SPIR sur 2 populations indépendantes

| | n | SEp | Biais | Eta | R^2P |
|----|----|------|-------|------|--------|
| P1 | 22 | 1,47 | 0,26 | 1,49 | 0,98 |
| P2 | 32 | 2,61 | 1,49* | 2,2* | 0,90 |

n : effectifs; SEp : écart type de prévision ; Eta : écart type aléatoire ; R^2P : coefficient de détermination de prévision ; * valeur significatifs

CONCLUSION

L'équation de calibration obtenue pourra être appliquée sur la banque de données des fourrages des tables INRA pour renseigner leurs teneurs en NDF. En revanche, pour prévoir la valeur d'échantillons d'autres origines cette équation doit être testée périodiquement afin de détecter les échantillons qui s'écartent du modèle et ensuite de les inclure dans la calibration pour l'améliorer.

AFNOR, 1997. NF V18-122 - Aliments des animaux. Association Française de Normalisation, St Denis La Plaine

INRA, 1988. Alimentation des bovins, ovins & caprins. Jarrige, R. ed. INRA Editions, Paris, France.

Kjos N.P., 1991. *Anim. Feed Sci Technol.* 32, 13-16

Shenk J. et Westerhaus M., 1994. In : *Forage quality evaluation and utilisation*. Fahey, G.C., ed., Madison. USA.