

Estimation rapide de la qualité de l'ensilage d'herbe frais à l'aide un spectromètre proche infrarouge à barrette de diodes

Development of a method for the fast and complete assessment of quality characteristics in undried grass silages by means of an NIR-diode array spectrometer

H. GIBAUD, C. PAUL, J.M. GREEF, *B. RUSER

Institut de recherche sur la production végétale et la gestion des prairies, Station fédérale de recherches agronomiques (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Allemagne, E-mail helene.gibaud@fal.de, *barbara.ruser@pioneer.com

INTRODUCTION

L'ensilage d'herbe est un constituant majeur de l'alimentation des bovins laitiers en Europe. L'objet de cette étude consiste à développer une méthode d'estimation des paramètres nutritionnels et fermentaires de l'ensilage d'herbe sans séchage ni broyage préalable des échantillons. Les méthodes classiques requièrent un investissement en intrants, en temps et en personnel. Hormis les avantages significatifs attribués aux spectromètres à infrarouge proche (NIR), les instruments de mesure NIR conventionnels ne disposent pas de la robustesse et de la vitesse nécessaire à une application directe en exploitation agricole. Ces exigences sont pleinement prises en compte par les nouveaux spectromètres NIR à barrettes de diodes et sont vérifiées dans cette étude.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ENSILAGE

Les échantillons d'ensilages d'herbe proviennent majoritairement du Nord-Ouest de l'Allemagne et s'étalent de la 1^{ère} à la 4^{ème} coupe au cours des années 2000 à 2003. Ils sont majoritairement constitués de *ray-grass* anglais et autres graminées ainsi que de quelques légumineuses. Les ensilages ont été mesurés après décongélation après avoir atteint la température ambiante puis ont été ensuite analysés de façon classique.

Tableau 1 : description de la population de calibration (cal 1)

Paramètre	n	Min	Max	Moyenne	Sd
MS (%)	145	20,7	63,2	36,7	8,0
Protéine brute (%MF)	145	2,2	10,1	6,3	1,6
Cendres (%MS)	146	6,6	20,5	10,8	2,5
Fibres brutes (% MF)	146	5,6	16,6	9,9	2,4
pH	146	3,6	5,8	4,4	0,4
Acide lactique (%MF)	146	0	6,0	2,5	2,0
Acide butyrique (%MF)	144	0	0,9	0,1	0,2

1.2. INSTRUMENT DE MESURE

Le Corona 45 (960-1690 nm) de Zeiss a été utilisé avec un dispositif rotatif mesurant la réflectance au travers d'une boîte de pétri de 200 mm de diamètre. La tête de mesure reliée à une barrette de 256 diodes est localisée sous l'échantillon d'ensilage. Un échantillon est divisé en 2 sous-échantillons

qui sont chacun retournés de façon à les mesurer sur l'autre face. Les spectres (moyennes de 4 mesures) ont été mis en relation avec les paramètres analysés en utilisant une procédure modified partial least squares MPLS (winisi 1.50).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux 1 et 2 montrent la structure des populations de calibration (cal 1) et de validation (val 1). Les équations basées sur Cal 1 regroupent les meilleurs modèles calculés pour les 7 paramètres présentés (tableau 3). L'importante variation des taux de MS est bien prédite. A la différence des mesures NIR classiques, les échantillons contiennent toute l'eau d'origine lors de la mesure. La forte absorption spectrale de l'eau gêne notamment la saisie des bandes N-H et C-H par sa prédominance. Par conséquent la précision de la prédiction des autres paramètres (tableau 3) est parfois particulièrement en deçà de celle de MS. Les résultats de la validation pour l'acide butyrique s'avèrent meilleurs que ce que la calibration ne laissait prévoir. Ceci repose entre autre sur le fait que Val 1 affiche une variation plus importante que Cal 1. Les plus mauvais résultats en la matière concernent les cendres parce qu'elles sont inorganiques et n'occasionnent pas d'absorption dans le proche infrarouge.

Tableau 2 : description de la population de validation (val 1)

Paramètre	n	Min	Max	Moyenne	Sd
MS %	57	18,5	74,4	38,9	10,9
Protéine brute (%MF)	57	3,1	12,2	6,0	1,8
Cendres (%MS)	57	6,0	20,2	10,8	3,4
Fibres brutes (%MF)	57	6,2	20,0	10,6	3,1
pH	57	3,8	5,9	4,7	0,5
Acide lactique (%MF)	57	0	3,6	1,6	1,0
Acide butyrique (%MF)	57	0	1,5	0,4	0,4

CONCLUSION

Pour le taux de matière sèche et de fibres brutes, la méthode s'avère être déjà très intéressante. La fiabilité des prédictions notamment pour les autres paramètres sera améliorée par l'agrandissement ciblé visant une plus grande variation de notre population d'échantillons.

*Ce travail bénéficie du soutien matériel et logistique de l'AGFUKO et de *Pioneer Hi-Bred.*

Tableau 3 : première calibration (cal 1) et première validation (val 1) (MPLS à 8 termes)

Paramètre	Preprocessing	Calibration			Validation				
		n	SEC	R ²	n	SEP	R ²	SEP(C)	Bias
MS (%)	MSC-1,6,6,1	145	1,31	0,97	57	1,70	0,98	1,69	0,30
Protéine brute (%MF)	MSC - 1,6,6,1	145	0,58	0,87	57	0,72	0,88	0,64	0,35
Cendres (%MS)	None - 0,0,1,1	146	1,67	0,55	57	3,09	0,35	2,76	-1,43
Fibres brutes (% MF)	MSC - 1,6,6,1	146	0,49	0,96	57	0,80	0,94	0,79	-0,16
pH	SNV-Detrend - 1,6,6,1	146	0,19	0,78	57	0,27	0,66	0,27	-0,04
Acide lactique (%MF)	MSC - 1,6,6,1	146	0,53	0,83	57	0,48	0,80	0,48	- 0,08
Acide butyrique (%MF)	SNV-Detrend - 1,6,6,1	144	0,12	0,57	57	0,24	0,74	0,22	0,11