

OptiMIR : Standardisation de spectres moyen infrarouge de lait de vache en vue de la création d'une base de données transnationale

OptiMIR : Standardization of milk Mid-infrared spectra to create a transnational database

GRELET C. (1), FERNANDEZ PIERNA J. A. (1), DARDENNE P. (1), MASSART X. (2), BRUNSCHWIG P. (3), DEHARENG F. (1)

- (1) Centre Wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W), Département Valorisation des Productions, 24 Chaussée de Namur, 5030 Gembloux, Belgique
- (2) Association Wallonne de l'élevage, Rue des Champs Elysées 4, B-5590 Ciney, Belgique
- (3) Institut de l'Elevage, 9 rue André Brouard, BP 70510, 49105 Angers Cedex 02, France

INTRODUCTION

Le projet OptiMIR est une collaboration entre des organismes de contrôle laitier et des centres de recherches de 6 pays européens : Allemagne, Belgique, France, Irlande, Luxembourg et Royaume-Uni. L'objectif est de développer de nouveaux outils de pilotage des exploitations laitières bovines, basés sur l'analyse du lait par spectroscopie moyen infra rouge (MIR).

Dans ce but, une base de données transnationale commune est constituée afin de rassembler les données de production laitière, les données physiologiques des vaches et les spectres MIR du lait.

Partant du postulat que le spectre MIR du lait reflète l'état physiologique d'une vache, il serait possible d'identifier de nouveaux indicateurs de management directement à partir des variations de celui-ci. De nouveaux outils de prédiction pourront ensuite être développés sur cette base afin de gérer au mieux la fertilité, l'alimentation, la santé et l'impact environnemental des vaches.

La première étape, cruciale, de ce projet est de pouvoir comparer les spectres entre eux, et donc de créer une méthode gommant les différences de réponse entre les spectromètres du projet. Il s'agit de créer une procédure de standardisation permettant d'effectuer les corrections spectrales adaptées à chaque instrument.

1.MATERIEL ET METHODES

23 appareils MIR de 3 marques différentes (Delta Instrument®, Bentley®, Foss®), répartis dans 10 laboratoires de 4 pays différents ont servi à cette étude. A deux reprises, en février et mars 2012, tous les appareils MIR ont mesuré en triplet une gamme identique composée de 10 échantillons de lait. Ces gammes ont été constituées selon la norme FIL 141 et leur homogénéité a été contrôlée à chaque fois.

Pour l'étape de standardisation, un appareil FT6000 de FOSS a servi de référence (le master) afin de corriger (standardiser) les autres appareils (secondaires). La première étape de cette standardisation consiste à appliquer une interpolation linéaire afin d'uniformiser le nombre de points du spectre pour tous les appareils. Ensuite, la méthode Piecewise Direct Standardization (PDS) a été utilisée pour effectuer la standardisation (Matlab®).

Afin de valider la méthode de standardisation, un modèle de prédiction de la matière grasse, développé sur un appareil, a été appliqué sur l'ensemble des spectres provenant de toutes les machines après standardisation. Les prédictions des appareils secondaires sont comparées à celles de l'appareil de référence. Les critères suivants sont calculés à l'aide du logiciel Matlab® : R^2 (coefficient de détermination), RMSE (racine de la moyenne des carrés des écarts), pente et biais entre les prédictions de l'appareil référence et celles des appareils secondaires.

La méthode PDS est appliquée sur les spectres de la gamme du mois de février, puis les coefficients de standardisation créés sont validés sur l'analyse de la gamme du mois de mars.

2.RESULTATS

2.1.DETERMINATION DES PARAMETRES DE STANDARDISATION

Une fois les paramètres déterminés sur les spectres de février, ils sont appliqués sur ces mêmes spectres. Le R^2 entre les prédictions du master et des appareils secondaires n'est pas modifié et est supérieur à 0,999. La pente est considérablement améliorée après standardisation (1,0010 vs 0,9016). Le biais et le RMSE entre les prédictions sont réduits après standardisation, dans le cas du RMSE il diminue en moyenne de 0,3850 à 0,0118. L'écart-type des trois critères est aussi réduit.

Tableau 1 : Résultats statistiques moyens de l'application du modèle matière grasse sur les appareils secondaires, avant et après standardisation des spectres (n=22) comparées aux prédictions sur le master.

	Moyenne		Ecart-type	
	Avant	Après	Avant	Après
R^2	0.9998	0.9998	0.0002	0.0002
Pente	0.9016	1.0010	0.1636	0.0082
Biais	0.3235	0.0000	0.5427	0.0000
RMSE	0.3850	0.0118	0.5259	0.0061

2.2.VALIDATION

Les coefficients de standardisation créés à partir des spectres de février, et appliqués sur les spectres de l'analyse de la gamme de mars, permettent de réduire l'erreur de prédiction entre appareils (pente, biais, RMSE, cf Tableau 2).

Tableau 2 : Résultats statistiques moyens de l'application du modèle matière grasse sur les appareils secondaires, avant et après standardisation des spectres (n=15) de la gamme de mars avec les coefficients de février comparées aux prédictions sur le master.

	Moyenne		Ecart-type	
	Avant	Après	Avant	Après
R^2	0.9901	0.9901	0.0444	0.0445
Pente	0.8567	0.9965	0.1817	0.0329
Biais	0.3166	0.0135	0.4088	0.0301
RMSE	0.3324	0.0368	0.4055	0.0201

CONCLUSION

La standardisation par PDS de spectres MIR permet de gommer les différences de réponse induites par chaque instrument. A partir de coefficients générés une fois, il est possible d'appliquer cette standardisation dans le temps. Ceci permet d'envisager de constituer une base de données transnationale commune, outil puissant pour la création d'indicateurs basés sur le spectre MIR du lait.

Les auteurs remercient INTERREG IVB ainsi que la Région Wallonne pour leurs soutiens financiers sur ce projet

Contact : c.grelet@cra.wallonie.be - www.cra.wallonie.be