

AMELIORATION DE LA TENEUR EN PROTEINES DES TOURTEAUX DE COLZA ET TOURNESOL PAR BLUTAGE

Quinsac Alain¹, Dauguet Sylvie¹, Peyronnet Corinne², Krouti Mohammed³,
Gendron Audrey³, Carré Patrick⁴, Brionnet François⁵

¹ TERRES INOVIA - 11 rue Monge - 33600 PESSAC

² TERRES UNIVIA - 11 rue de Monceau - 75008 PARIS

³ TERRES INOVIA - 270 avenue de la Pomme de pin - 45166 ARDON

⁴ OLEAD - 11 rue Monge - 33600 PESSAC

⁵ ENILIA ENSMIC - Avenue François Mitterrand - 17700 SURGERES
a.quinsac@terresinovia.fr

RÉSUMÉ

Les tourteaux de colza déshuilés classiques (36-38 % de protéines/matière sèche (MS)) et de tournesol décortiqués de type HiPro (38-39 % protéines/MS) sont des matières premières locales riches en protéines et en grande disponibilité. Cependant, ils renferment des quantités de fibres encore trop élevées pour être incorporés dans toutes les formules d'aliment pour volailles, et de ce fait, une concentration de leurs nutriments est souhaitable. Dans cet objectif, le blutage, technique utilisée couramment en meunerie, pour séparer les fractions riches en fibres ou en protéines, a été testé dans le cadre du projet *VOCALIM* sur des tourteaux de colza, de tournesol non décortiqués (pailleux) et décortiqués (HiPro). La caractérisation granulométrique sur un planschister à tiroirs a montré que, pour ces trois types de tourteaux, des fractions à teneurs en protéines différenciées selon la granulométrie étaient obtenues. Les teneurs en protéines les plus élevées ont été obtenues aux granulométries 150-200 µm pour le colza (45,1%MS) et pour le tournesol pailleux (44,9 % MS), et 100-150 µm pour le tournesol HiPro (48,1 % MS). Les teneurs les plus faibles sont atteintes aux granulométries 500-1000 µm pour le colza (33,8 % MS), > 1000 µm pour le tournesol pailleux (31,1 % MS) et 500-1000 µm pour le tournesol HiPro (29,8 % MS).

A partir de ces données, ont été définies les conditions d'un blutage binaire pour préparer des lots de teneurs en protéines voisines de 45%/MS. Le traitement de lots de 500 kg de tourteaux de colza, tournesol pailleux et HiPro sur un équipement pilote a permis de préparer des lots d'environ 50 kg de tourteau enrichis en protéines avec des teneurs respectives de 44,6 % MS, 44,9 % MS et 47,3 % MS. L'étude a montré qu'il est possible, par blutage, d'enrichir avec un rendement d'environ 10 %, des tourteaux de colza ou tournesol à un niveau proche de 45% MS pour être utilisable dans l'alimentation des volailles.

ABSTRACT

Improvement of the protein content of rapeseed and sunflower meals by sieving technology

Regular rapeseed de-oiled meal (36-38 % Protein/Dry Matter (DM)) and graded (HiPro) dehulled de-oiled sunflower meal (38-39 % Protein/DM) are locally produced, highly available and rich in protein raw materials. However, their fibre contents remain too high for incorporation into all poultry feeding and therefore, nutrients concentration remains desirable. In this aim, sieving classification, a technique commonly used in cereal milling, to separate fibre rich or protein rich fractions has been tested, with regular rapeseed and sunflower de-oiled meal, and HiPro dehulled sunflower meal in the framework of *VOCALIM* project. The particle size characterization on a planschister equipment showed that for these three types of meal, different protein contents according to the particle size were obtained. The highest protein contents were obtained for 150-200 µm particle sizes with rapeseed (45.1% DM), sunflower (44.9 % DM), and for 100-150 µm with HiPro sunflower (48.1 % DM). The lowest levels are reached for particle sizes at 500-1000 µm with rapeseed (33.8 % MS), above 1000 µm for non-dehulled sunflower (31.1 % DM) and at 500-1000 µm with HiPro sunflower (29,8 % DM).

From these data, conditions for a binary sieving separation was defined to prepare meal batches with protein content close to 45%/DM. Treatment of 500 kg batches of rapeseed and sunflower meal on pilot equipment allowed to prepare batches of approximately 50 kg of protein-enriched meal with respective contents of 44.6 % DM, 44.9 % MS and 47.3 % MS. The study has shown that it is possible, by sieving separation, to enrich with a yield of about 10 %, rapeseed or sunflower meal at a protein level close to 45 % DM to be used in poultry feeding.

INTRODUCTION

Les tourteaux de colza et de tournesol décortiqués sont des matières premières (MP) locales riches en protéines et en grande disponibilité, mais ils renferment des quantités de fibres encore trop élevées pour les faire entrer dans toutes les formules pour volailles. Le décortiquage des graines permet en général de réduire le contenu en fibres des tourteaux mais dans le cas du colza il a été abandonné en raison de pertes d'huile et dans le cas du tournesol, il est atteint ses limites (60% des coques retirées) en raison de difficultés de pressage et aussi de pertes d'huile.

Le blutage, technique éprouvée dans le domaine des céréales pour séparer les fractions fibreuses par tamisage peut constituer un procédé alternatif ou complémentaire au décortiquage, mais nécessitant d'être pratiqué sur des farines déshuilées, il devra intervenir dans le cas du tournesol et du colza à la fin du process classique de trituration.

L'objectif de cette étude était de caractériser les classes granulométriques de différents tourteaux (colza et tournesol) pour simuler et effectuer par la suite, un fractionnement binaire de ceux-ci par blutage pour obtenir des fractions enrichies en protéines (d'environ 5 points) en quantités suffisantes pour des essais nutritionnels sur volailles. Les essais ont été réalisés à partir des tourteaux disponibles les plus riches en protéines : tourteaux de tournesol décortiqué (HiPro) et de colza. Un essai a aussi été réalisé avec du tournesol non décortiqué (dit pailleux) pour évaluer l'intérêt du décortiquage avant déshuilage, combiné au blutage par rapport au blutage seul.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Nature et composition des tourteaux testés

Analyse granulométrique : Les tourteaux testés sont des tourteaux de tournesol et colza déshuilés (matière grasse résiduelle inférieure à 3 %) car une teneur élevée provoquerait le colmatage des tamis de maille assez fine utilisés pour le blutage. Les tourteaux de colza étaient non dépelliculés et provenaient de l'usine SAIPOL de Sète. Chez le colza, les pellicules représentent environ de 17 à 21 % de la masse des graines (Carré *et al.*, 2015), et du fait du déshuilage, elles représentent environ 30 % de la masse des tourteaux. Les tourteaux de tournesol, utilisés pour les essais étaient sous deux formes : non décortiqués (ou pailleux, origine usine Cargill de St-Nazaire), et décortiqués type HiPro (origine usine Saipol de Bassens). Chez le tournesol non décortiqué, les coques représentent environ 25-30 % dans les graines et 45 % dans les tourteaux (Dauguet *et al.*, 2015). Dans le tournesol décortiqué (HiPro), le taux de coques est réduit de plus de 60 %. La composition chimique des tourteaux utilisés pour l'analyse granulométrique était représentative de la production industrielle en 2015. Les teneurs en protéines

s'élevaient à 37,4 % de matière sèche (MS) pour le colza, 32,6 % MS pour le tournesol pailleux et 39,7 % MS pour le tournesol HiPro. La teneur en glucosinolates du tourteau de colza était de 10,0 $\mu\text{mol/g}$ MS. Les tourteaux étaient sous forme de poudre mais le tourteau de tournesol HiPro présentait quelques résidus du traitement de granulation, destiné à faciliter l'extraction au solvant pendant sa fabrication.

Blutage binaire : Le dispositif expérimental a été dimensionné pour produire des quantités de 30 à 50 kg de tourteau avec une teneur en protéines d'environ 45 % MS. Les quantités nécessaires (environ 500 kg pour chaque type de tourteau) ont été déterminées par la simulation du blutage binaire. Les teneurs en protéines s'élevaient à 37,6 % MS pour le colza, 32,7 % MS pour le tournesol pailleux et 37,3 % MS pour le tournesol HiPro. Pour ce dernier, la teneur en protéines était nettement inférieure à celle du lot testé pour l'analyse granulométrique (39,7 % MS) qui avait été prélevé spécialement en usine (Saipol, Bassens) avant l'étape finale de granulation.

1.2 Méthodes

Broyage : Les tourteaux de tournesol HiPro ont été broyés préalablement aux essais de granulométrie et de blutage binaire à l'aide d'un broyeur à couteaux avec grille de 5 mm pour défaire les granulés. Des essais avec une grille de 1 mm ont également été réalisés.

Analyse granulométrique : Les essais ont été réalisés en juillet 2016 au moulin de l'ENSMIC à Surgères (17). Ils ont été mis en œuvre à l'aide planschister à tiroirs muni de cinq tamis de maille 100, 150, 250, 500 et 1000 μm superposés séparant six fractions à partir d'environ 2 kg de tourteau.

Blutage binaire : L'équipement de taille pilote (ENSMIC) utilisé a permis de traiter les lots d'environ 500 kg de tourteau préalablement broyé. Il est équipé d'un seul tamis pour ne séparer que deux fractions. La maille du tamis est choisie en fonction de l'analyse granulométrique préalable.

Analyses chimiques : Les analyses de protéines par les méthodes de Dumas (ISO 16634-1), de Kjeldahl (NF ISO 5983-1) et les analyses de glucosinolates (ISO 10633-1) ont été réalisées au laboratoire de Terres Inovia à Ardon (45160).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1 Analyse granulométrique

Tourteau de colza : Le tamisage a séparé des fractions d'aspect visuel différent. On note un éclaircissement de la couleur lorsque l'on passe en dessous des granulométries 250 μm et 100 μm . La fraction > 1000 μm a une teneur en protéines voisine de l'échantillon global. La fraction 500 – 1000 μm a montré la teneur la plus faible (tableau 1). Les

fractions les plus riches en protéines (environ 45 % MS) étaient comprises entre 100 et 250 μm .

Tourteau de tournesol pailleux : Le tamisage a séparé des fractions d'aspect visuel moins différent que pour le colza. On note une couleur plus claire pour les fortes granulométries > 500 μm (tableau 2). La fraction > 1000 μm montre la teneur la plus faible, comme le laissent penser la présence de débris de coques et son aspect visuel plus clair. La fraction la plus riche est celle comprise entre 150 et 250 μm (44,9 % MS) et la teneur diminue peu dans les fractions de plus faible granulométrie.

Tourteau de tournesol décortiqué HiPro : L'essai montre que le broyage à 5 mm a permis de conserver de grosses particules. L'efficacité du fractionnement pour concentrer les protéines est bonne : on arrive en cumulant les fractions < 250 μm à des teneurs en protéines voisines de 47 %, soit 7 points de plus que le tourteau de départ, avec un rendement de plus de 40% (tableau 3). L'utilisation d'une grille de 1 mm diminue considérablement le débit du broyeur et n'apporte pas d'amélioration (résultats non présentés).

2.2 Simulation de blutage binaire

La simulation doit permettre de choisir le tamis pour séparer deux fractions dont l'une constituera les 50 kg de tourteau enrichi en protéines nécessaires aux essais nutritionnels, à partir de la quantité de tourteau disponible. La figure 1 indique quelle est la classe qui permet la meilleure concentration des protéines, mais il faut également considérer le rendement de l'opération pour récupérer une quantité suffisante. Le tableau 4 reporte les valeurs calculées à partir des quantités de protéines et de tourteaux présentes dans chaque fraction (tableaux 1 à 3) et cumulées. Par exemple, la ligne >250 cumule les quantités de protéines et tourteaux obtenue dans les fractions 250 à 500, 500 à 1000 et > 1000 μm . Le seuil de ségrégation le plus favorable au blutage binaire pour le tourteau de colza semble être 250 μm . La teneur en protéine est augmentée de 7 points (de 37,6 à 44,7 %) et le rendement est voisin de 13 %. L'autre fraction verra sa teneur en protéines baisser de 1 point (de 37,6 à 36,6%) et sera produite avec un rendement de 87%. Pour le tournesol pailleux, le seuil est à 500 μm et pour le tournesol HiPro, le seuil est moins élevé (250 μm).

2.3 Blutage binaire à l'échelle pilote

Le bilan massique du fractionnement (tableau 5) est conforme aux simulations pour le colza et le tournesol non décortiqué. Pour le tournesol décortiqué la fraction < 250 μm ne représente que 13,3 % alors qu'elle représentait 40,5% dans la simulation. La raison est sans doute la difficulté qui a été observée

pour broyer les 500 kg de tourteau granulé après désolvantation-toastage, avec un broyeur non adapté à cette quantité. Il y a de fortes probabilités que la granulométrie obtenue ait été différente de celle de l'essai sur 2 kg. Les teneurs en protéines des trois lots ont été augmentées jusqu'à environ 45% MS ou plus, ce qui était l'objectif visé. L'augmentation est de 7 points pour le tourteau de colza, de 12 points pour le tourteau de tournesol non décortiqué et de 8 points pour le tourteau de tournesol HiPro. Il faut noter la bonne performance du blutage sur le tourteau de tournesol non décortiqué.

La teneur en glucosinolates du tourteau de colza enrichi en protéines, est augmentée d'environ 20 %, conformément à la teneur plus élevée de ces composés dans les amandes, elles-mêmes plus riches en protéines (Carré *et al.* 2015).

CONCLUSION

L'analyse granulométrique des tourteaux de colza et tournesol montrent que les protéines ne sont pas uniformément réparties dans les particules qu'il est possible de discriminer selon leur taille. Le tamisage est réalisable facilement, sans colmatage des tamis, parce que ces tourteaux industriels sont, par nature, presque totalement déshuilés. Les tourteaux industriels de tournesol HiPro prélevés en usine (deuxième lot) étaient encore un peu agglomérés en raison de la granulation réalisée avant l'extraction par solvant pour faciliter la percolation, et de ce fait, un broyage a été nécessaire pour adapter le profil granulométrique à l'équipement utilisé pour le tamisage. Ce broyage préalable au tamisage s'est révélé être une opération critique qui devra être optimisée.

Les teneurs en protéines ont été augmentées de manière importante (de + 7 à + 12 points) sur les trois tourteaux testés et la teneur de 45% MS est atteinte. La teneur en glucosinolates du tourteau de colza enrichie en protéines, est augmentée d'environ 20 %. En raison du rendement d'obtention de la fraction enrichie qui avoisine seulement 10 %, les fractions appauvries ont des teneurs en protéines assez voisines de celles des tourteaux de départ.

L'évaluation nutritionnelle des fractions enrichies en protéines sur des volailles est en cours pour mesurer l'impact de la concentration des nutriments (et aussi celle des glucosinolates pour le tourteau de colza). L'évaluation technico-économique reste à réaliser avec la prise en compte des prix d'intérêt des tourteaux enrichi et appauvri en protéines ainsi que des coûts de production. Par ailleurs, les paramètres de fractionnement considérés dans cette étude pourront être optimisés pour maximiser la valeur créée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Carré P., Citeau M. & Quinsac A. 2015. *Proceedings of the 14th International Rapeseed Congress*, Saskatoon.
Dauguet S., Fine F., Guillemain C., Carré P., Merrien A., Krouti M. & Champolivier L. 2015. *OCL*, 22(4) D402.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la DGER pour le financement CasDar du Projet VOCALIM « Des systèmes de production de volaille multi performants valorisant des matières premières locales » qui a constitué le cadre de ces travaux.

Figure 1 : Facteurs de concentration (ratio des rendements en protéines et en tourteau) pour les trois tourteaux testés, en fonction de la granulométrie

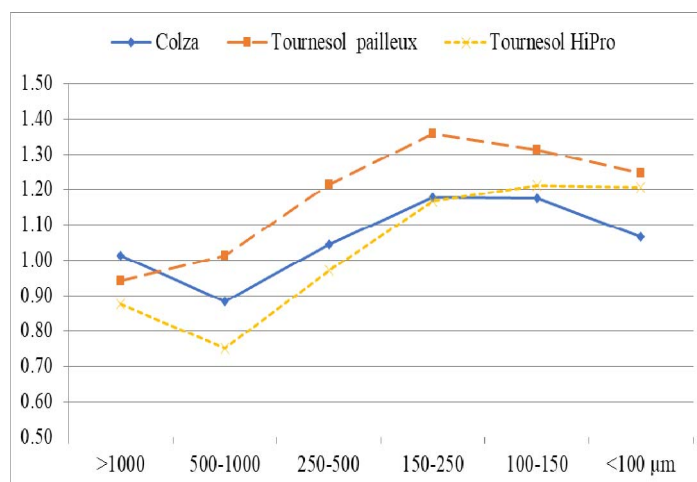


Tableau 1 : Bilan massique et en protéines de l'analyse granulométrique du tourteau de colza.
Teneur initiale du tourteau en protéine égale à 37,4 % MS.

Tourteau Colza (µm)	Masse tourteau (g MS)	Teneur protéines (% MS)	Masse protéine (g MS)	Rendement Protéines (1) (%)	Rendement Tourteau (2) (%)	Facteur de concentration (3)
> 1000	627,8	38,8	243,6	34,4	33,9	1,01
500 - 1000	571,6	33,8	193,4	27,3	30,9	0,88
250 - 500	412,8	40,0	165,1	23,3	22,3	1,04
150 - 250	164,7	45,1	74,2	10,5	8,9	1,18
100 - 150	58,4	45,0	26,3	3,7	3,2	1,18
< 100	15,3	40,8	6,2	0,9	0,8	1,07

(1) : Ratio de la masse de protéines de la fraction et de la somme des masses de protéines de l'ensemble des fractions ; (2) : Ratio de la masse de tourteau de la fraction et de la somme des masses de tourteau de l'ensemble des fractions ; (3) : Ration des rendements protéines et tourteau.

Tableau 2 : Bilan massique et en protéines de l'analyse granulométrique du tourteau de tournesol pailleux
Teneur initiale du tourteau en protéine égale à 32,6 % MS.

Tourteau Tournesol pailleux (µm)	Masse tourteau (g MS)	Teneur protéines (% MS)	Masse protéines (g MS)	Rendement Protéines (1) (%)	Rendement Tourteau (2) (%)	Facteur de concentration. (3)
> 1000	1072	31,1	333,2	57,7	61,4	0,94
500 - 1000	448	33,5	149,9	26,0	25,6	1,01
250 - 500	135	40,1	54,2	9,4	7,7	1,21
150 - 250	47,7	44,9	21,4	3,7	2,7	1,36
100 - 150	26,3	43,4	11,4	2,0	1,5	1,31
< 100	17,8	41,2	7,3	1,3	1,0	1,25

(1), (2), (3) : voir tableau 1

Tableau 3 : Bilan massique et en protéines de l'analyse granulométrique du tourteau de tournesol HiPro (décortiqué) et broyé à 5 mm. Teneur initiale du tourteau en protéine égale à 39,7 % MS

Tourteau Tournesol HiPro 5 mm (μm)	Masse tourteau (g MS)	Teneur protéines (% MS)	Masse protéines (g MS)	Rendement Protéines (1) (%)	Rendement Tourteau (2) (%)	Facteur de concentration (3)
> 1000	142,5	34,7	49,5	7,7	8,8	0,87
500 - 1000	383,7	29,8	114,4	17,8	23,6	0,75
250 - 500	440,4	38,5	169,5	26,3	27,1	0,97
150 - 250	270,3	46,3	125,1	19,4	16,7	1,17
100 - 150	193,5	48,1	93,1	14,5	11,9	1,21
< 100	192,6	47,9	92,3	14,3	11,9	1,21

(1), (2), (3) : voir tableau 1

Tableau 4 : Simulation de la teneur en protéines et du bilan massique des deux fractions issues d'un blutage binaire des trois types de tourteaux à un niveau donné de granulométrie.

En encadré les situations optimales combinant concentration et rendement pour chaque type de tourteau.

Tourteau	Colza		Tournesol pailleux		Tournesol HiPro	
Fractions (μm)	Teneur en Protéines (%MS)	Bilan massique (%)	Teneur en Protéines (%MS)	Bilan massique (%)	Teneur en Protéines (%MS)	Bilan massique (%)
>1000	38,8	33,9	31,1	61,4	34,7	8,8
<1000	38,0	66,1	36,2	38,6	40,1	91,2
>500	36,4	64,8	31,8	87,0	31,1	32,4
<500	41,7	35,2	41,6	13,0	43,8	67,6
>250	37,3	87,1	32,5	94,7	34,5	59,6
<250	44,8	12,9	43,8	5,3	47,3	40,4
>150	38,1	96,0	32,8	97,5	37,1	76,2
<150	44,1	4,0	42,5	2,5	48,0	23,8
>100	38,3	99,2	33,0	99,0	38,6	88,1
<100	40,8	0,8	41,2	1,0	47,9	11,9
Entier	37,4	100	32,4	100	39,7	100

Tableau 5 : Bilan massique du blutage binaire et composition chimique des deux fractions séparées pour des lots d'environ 500 kg de tourteaux de colza, tournesol pailleux et tournesol HiPro.

Tourteau	Colza		Tournesol pailleux		Tournesol HiPro	
Teneur en Protéines (%MS)	37,6		32,7		37,3	
Fraction	< 250 μm	> 250 μm	< 500 μm	> 500 μm	< 250 μm	> 250 μm
Masse (kg MB)	50	454	53,7	410	59,1	382,5
Humidité (%)	11,1	11,8	10,7	10,9	10,7	10,3
Masse (kg MS)	44,5	400,4	48,0	365,3	52,8	343,1
Glucosinolates ($\mu\text{mol/g MS}$)	11,6	9,6	-	-	-	-
Teneur en Protéines (% MS)	44,6	36,8	44,9	31,1	47,3	34,0
Masse Protéines (kg)	19,8	147,4	21,5	113,7	25,0	116,7
Rendement Protéines (%) (1)	11,9	88,1	15,9	84,1	17,6	82,4
Rendement Tourteau sec (%) (2)	10,0	90,0	11,6	88,4	13,3	86,7
Facteur Concentration (3)	1,19	0,98	1,37	0,95	1,32	0,95

(1), (2), (3) : voir tableau 1