

DIGESTIBILITE DE LA FEVEROLE ENTIERE OU DEPELLICULEE CHEZ LE POULET DE CHAIR

Tormo Elodie¹, Lessire Michel², Carré Patrick³, Peyronnet Corinne¹, Juin Hervé⁴

¹TERRES UNIVIA – 11 rue de Monceau, CS 60003 – 75378 PARIS cedex 08,

²URA, INRA – 37380 NOUZILLY,

³OLEAD – rue Gaspard Monge, Parc Industriel Bersol II – 33600 PESSAC,

⁴EASM, INRA – 17700 SAINT PIERRE D'AMILLY

e.tormo@terresunivia.fr

RÉSUMÉ

La féverole est une matière première bien adaptée à l'alimentation des volailles, en raison de sa teneur et de la composition de sa protéine (26 à 30% MS, riche en lysine en particulier). Cependant, sa teneur élevée en fibres et la présence de facteurs antinutritionnels (tanins, vicine et convicine), lui confèrent une digestibilité moyenne chez le poulet. Le dépelliculage représente une voie d'amélioration possible. La digestibilité de 5 variétés de féveroles a été mesurée *in vivo* chez le poulet de chair : trois féveroles à faible teneur en vicine et convicine – Fabelle (récolte 2014), Tiffany (2015) et Lady (2015) - et deux féveroles classiques – Fanfare et Espresso (récolte 2015, deux lieux de culture). Deux séries de bilan digestifs ont été réalisées, avec 4 lots par série ; chaque lot de féverole a été divisé en deux sous-lots dont l'un a été dépelliculé à l'atelier pilote de transformation des oléoprotéagineux OLEAD. Le dépelliculage a entraîné une augmentation de la teneur en protéines de 1,4 à 3,9 points et 2,0 à 4,1 points dans les séries 1 et 2 respectivement, les variétés présentant des aptitudes au dépelliculage différentes. Les résultats de digestibilité font ressortir un effet positif du dépelliculage sur la teneur en EMAN de 95 à 368 kcal/kg MS et de 322 à 633 kcal/kg MS. La digestibilité des protéines a également augmenté de 0,8 à 5,6 points et de 4,5 à 5,3 points, pour les séries 1 et 2 respectivement. La présence de vicine et convicine n'affecte pas les valeurs de digestibilité des protéines mais diminue significativement l'EMAN des féveroles. Les valeurs de digestibilité de l'énergie et des protéines sont corrélées avec les teneurs en protéines et en NDF des graines avant et après dépelliculage. Les relations intra-lot les plus performantes ayant été obtenues avec le critère protéines, celui-ci semble être un indicateur cohérent de la qualité du dépelliculage. Une certaine variabilité intra et inter variété reste inexpliquée et pourrait être reliée à la composition structurale des fibres ainsi qu'à la présence de vicine et convicine dans les graines de féveroles.

ABSTRACT

Digestibility of whole and dehulled faba beans for growing broilers.

Due to its protein content and composition (26 to 30 % MS, high in lysine), faba bean is an interesting feedstuff for poultry feeding. However its high content in fiber and the presence of anti-nutritional factors (tanins, vicine and convicine), confer to this grain a moderate digestibility value for broiler. Dehulling represents a possible way of improvement. The digestibility of 5 faba bean varieties was measured *in vivo* with broilers: 3 faba beans with low content of vicine and convicine – Fabelle (harvest 2014), Tiffany (2015) and Lady (2015) – and 2 common faba beans – Fanfare and Espresso (harvest 2015, 2 growing locations). Two series of digestive balance were conducted, with 4 batches each. Each batch faba bean was divided in two; one was dehulled in the pilot workshop OLEAD. The faba bean varieties presented different dehulling capacities. Dehulling increased the protein content, of 1.4 to 3.9 points and of 2.0 to 4.1 points for the series 1 and 2 respectively. The digestibility values highlighted a positive effect of dehulling on AMEn values, of 95 to 368 kcal/kg MS and of 322 to 633 kcal/kg MS. The protein digestibility was also increased, of 0.8 to 5.6 points and of 4.5 to 5.3 points, for the series 1 and 2 respectively. The vicine and convicine content did not affect protein digestibility but significantly reduced AMEn values of faba beans. Energy and protein digestibility values were correlated with the protein and the NDF contents of whole and dehulled faba beans. Best intra-batch relations were obtained using the protein content, which appear to be a coherent quality indicator for faba beans dehulling. An intra and inter variety variability remains unexplained and could be related to the fibers structural composition and the vicine and convicine content of faba beans.

INTRODUCTION

La féverole (*Vicia faba* L.) est une légumineuse riche en protéines (26 à 30 % MS) et en amidon, avec un profil en acides aminés essentiels (riche en lysine et pauvres en acides aminés soufrés) complémentaire de celui des céréales. Sa richesse en fibres et en facteurs antinutritionnels (tannins et vicine/convicine) peut représenter un frein à son utilisation en alimentation des volailles. Les tannins, présents dans les téguments des graines, sont des composés phénoliques thermostables qui se caractérisent par leur capacité à précipiter les protéines, ce qui a pour effet de réduire la digestibilité de la fraction azotée de la ration et d'affecter les performances des monogastriques. La vicine et la convicine sont des glycosides pyrimidiques contenus dans les cotylédons des graines. Ces composés sont responsables d'une réduction du poids moyen des œufs chez les poules pondeuses.

Le dépelliculage représente une voie d'amélioration de la valeur nutritionnelle des graines de féveroles. Il s'agit d'un procédé peu coûteux et relativement simple à mettre en œuvre. Par l'élimination d'une grande partie des téguments, les teneurs en constituants pariétaux peu digestibles par le poulet sont fortement diminuées et les teneurs en protéines et en amidon sont concentrées. De plus, le dépelliculage est une alternative à la sélection de féveroles à fleurs blanches (sans tannins), abandonnée à ce jour à cause de problèmes de germination trop importants.

1. MATERIELS ET METHODES

La digestibilité de 5 variétés de féveroles à fleurs colorées a été mesurée *in vivo* chez le poulet de chair : trois féveroles à faible teneur en vicine et convicine – Fabelle (récolte 2014), Tiffany (2015) et Lady (2015) - et deux féveroles classiques – Fanfare et Espresso (récolte 2015, deux lieux de culture). Deux séries de bilan digestifs ont été réalisées, avec 4 lots par série ; chaque lot de féverole a été divisé en deux sous-lots dont l'un a été dépelliculé par l'atelier pilote des oléagineux et protéagineux OLEAD. L'équipement mis en œuvre pour le dépelliculage des féveroles comprend un décortiqueur-broyeur à cylindres DAMMAN-CROES, type D. 250x500 et un séparateur Denis D50. Les lots de féveroles de la seconde série ont subi une étape de séchage (séchoir deboffe) avant dépelliculage.

1.1. Animaux et mesures

La méthode de bilan est adaptée de celle proposée par Bourdillon et al, 1990 sur poulet. Elle comprend une période d'adaptation au régime expérimental, 3 jours d'alimentation contrôlée avec collecte totale et quotidienne des fientes ; un jeûne est pratiqué en début et fin de période de collecte. Les animaux (10 poulets Ross PM3 mâle, par régime) sont hébergés en

cage individuelle à partir de 17 jours d'âge et reçoivent l'eau et l'aliment à volonté. Les excréta sont collectés quotidiennement par cage pendant les 3 jours de bilan, entre 22 et 25 jours d'âge, congelés, lyophilisés et broyés à 0,5 mm puis homogénéisés. Les poulets sont pesés en début et fin de collecte.

Les bilans digestifs ont été réalisés dans un établissement agréé, et dans le cadre d'un projet autorisé par le Ministère de la Recherche le 03/08/2015 sous le numéro 2015040111006849.

1.2. Aliments

Pour chaque série, les aliments bilan étaient préparés à partir de la matière première testée (incorporée à 30 %), d'un prémélange (vitamines, minéraux et oligo-éléments et méthionine, 3,15%) et de la base. Les valeurs de la base, constituée de blé (56,2%), maïs (37,6%) et huile (6,2%), ont été calculées par régression sur 3 aliments contenant 15, 30 et 45 % de tourteau de soja pour chaque série.

1.3. Analyses et calculs

Les aliments et les fientes lyophilisées sont analysés pour leurs teneurs en azote (Kjedhal) et énergie brute (calorimètre isopéribole IKA 7000), et en acide urique pour les fientes. Les valeurs d'énergie métabolisable (EM) sont exprimées en EM apparente à bilan azoté nul (EMAN). Les valeurs de digestibilité des matières premières ont été calculées à partir des résultats de la base et des aliments expérimentaux, en considérant l'additivité des constituants.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Le rendement en amande du dépelliculage appliqué aux différents lots de féveroles varie de 52,9 à 69,2 % et de 65,9 à 67,0 % pour les séries 1 et 2 respectivement (Tableau 1). Dans la première série, la variété Tiffany présente le meilleur rendement en amande tandis que la variété Fabelle présente le rendement le plus faible. Fabelle était également la variété avec le plus fort taux d'humidité ainsi que la concentration en lignine la plus importante (0,8 % MS). Dans la seconde série les différents lots de féveroles présentent des rendements en amandes similaires. On observe cependant des effets différents sur les composants pariétaux. De ce point de vue, la variété Espresso présente le meilleur niveau de dépelliculage avec une diminution de 60,6 % de sa teneur en NDF contre des diminutions de 43,7 %, 35,4 % et 22,0 % pour Fabelle, Lady et Fanfare respectivement. Les rendements en amandes obtenus par dépelliculage ne sont corrélés avec aucun des critères de composition des féveroles entières sauf pour le taux d'humidité ($r = -0,81$).

Les teneurs en protéines et en amidon des féveroles sont augmentées par le dépelliculage. Les teneurs en protéines sont augmentées de 1,5 à 2,7 points selon les variétés dans la première série, la variété Tiffany

présentant l'augmentation la plus élevée. Dans la seconde série, les teneurs en protéines sont augmentées de 2,0 à 4,1 points. La variété Espresso qui présentait la diminution la plus forte en NDF présente l'augmentation en protéines la plus faible. Il existe en effet une corrélation significative mais faible ($r = -0.59$) entre les teneurs en MAT et en NDF de l'ensemble des fèves étudiées.

Les coefficients d'utilisation digestive de l'azote (CUDN) des fèves entières varient de 73,4 à 78,7 % dans la série 1 et de 74,1 à 75,7 % dans la série 2. Dans la série 1 le dépelliculage améliore significativement le CUDN de la variété Tiffany seulement (+ 7,6 %, $P < 0,05$). On observe tout de même une amélioration non significative de +3,7 et +4,5 % pour les variétés Espresso et Fanfare respectivement. Seule la variété Fabelle présente une très faible amélioration de son coefficient de digestibilité des protéines de 1,0 %. Dans la seconde série on observe une amélioration significative et homogène des CUDN des quatre variétés étudiées, de + 6,0 à + 7,1 %. L'amélioration de la digestibilité des protéines des fèves par le dépelliculage est principalement due à l'élimination des tannins. Plusieurs auteurs ont en effet démontré l'effet négatif des tannins sur la digestibilité de l'azote, le dépelliculage des fèves à fleurs colorées ayant un effet beaucoup plus marqué que sur des fèves à fleurs blanches (Lacassagne et al., 1991 ; Longstaff et al., 1991).

Les valeurs d'EMAN des fèves entières varient de 2317 à 2497 kcal/kg MS dans la série 1 et de 2615 à 2910 kcal/kg MS dans la série 2. Le dépelliculage des fèves entraîne une amélioration significative des EMAN ($P < 0,001$) sauf pour les variétés Espresso et Fanfare dans la série 1 et la variété Fanfare dans la série 2. L'augmentation des EMAN en valeur absolue reste conséquente pour l'ensemble des fèves étudiées, de + 4 à + 15 % et de + 12 à + 23 % pour les séries 1 et 2 respectivement. Ces résultats sont en accord avec la bibliographie qui reporte des améliorations de l'EMAN des fèves de + 15 à + 19 % chez le poulet de chair (Lacassagne et al., 1991 ; Nalle et al., 2010 ; Pastuszewska et al., 1992). Cette amélioration de la digestibilité de l'énergie est en partie due à la meilleure digestibilité des protéines mais aussi à la réduction des teneurs en fibres indigestibles dans les graines dépelliculées.

La présence de vicine et convicine (VC) ne semble pas affecter la digestibilité des protéines des fèves ($P > 0,05$). Le CUDN moyen des fèves VC- est de 77,6 % contre 76,2 % pour les fèves VC+. De même l'effet du dépelliculage sur les fèves avec et sans VC n'est pas différent ($P > 0,05$). Les valeurs d'EMAN des fèves VC- sont significativement plus élevées pour les graines entières (2627 vs. 2493 kcal/kg MS) et dépelliculées (3072 vs. 2803 kcal/kg

MS). Il n'apparaît pas d'interaction significative entre le caractère VC et le dépelliculage, même si celui-ci semble avoir un effet plus marqué sur l'EMAN des fèves VC- (+ 17 % vs. + 12 % pour les fèves VC+). La concentration des teneurs en vicine et convicine par le procédé de dépelliculage pourrait expliquer cette variabilité et une analyse de ces composés serait nécessaire pour valider cette hypothèse. L'effet de la vicine et convicine a été relativement peu étudié chez le poulet de chair. Les travaux de Métayer et al. (2003) et de Vilarino et al. (2009) démontrent un effet négatif de ces composés sur les valeurs EMAN des fèves chez le poulet, et pas d'effet sur la digestibilité des protéines.

Les améliorations des valeurs de digestibilité de l'azote et de l'énergie ne sont pas corrélées avec le rendement en amande du dépelliculage ($P > 0,05$). En revanche les valeurs de CUDN sont significativement corrélées à la teneur en MAT ($r = 0,79$) et à la teneur en NDF ($r = -0,85$) des fèves avant et après dépelliculage. De même les valeurs d'EMAN sont significativement corrélées aux teneurs en MAT ($r = 0,82$) et en NDF ($r = -0,58$) des fèves avant et après dépelliculage. Les valeurs des deux séries ont été traitées par régression linéaire, les meilleurs modèles intra-lot obtenus sont ceux utilisant la MAT comme variable de description : $CUDN = 32,30 + 1,57 * MAT$ (ETR = 0.86 % ; $R^2 = 95.0\%$; Figure 1) ; $EMAN = -1439 + 143 * MAT$ (ETR = 126 kcal/kg MS ; $R^2 = 94.4\%$; Figure 2). Selon ces deux modèles, une augmentation de 1 point de MAT (%MS) des fèves par dépelliculage entraîne en moyenne une amélioration de 1,6 points de CUDN et de 143 kcal/kg MS d'EMAN.

CONCLUSION

Cette étude a démontré l'effet positif du dépelliculage sur la valeur nutritionnelle des fèves à fleurs colorées, en particulier sur les valeurs de digestibilité de l'azote et de l'énergie chez le poulet. La qualité du dépelliculage présente une variabilité intra et inter variété mais les rendements en amandes n'ont pas pu être corrélés aux caractéristiques chimiques des graines. L'humidité des graines semble cependant avoir un fort impact sur la capacité de séparation des téguments et des cotylédons, le séchage des graines avant dépelliculage ayant un effet positif.

Les améliorations des valeurs de digestibilité de l'énergie et de l'azote ont pu être modélisées efficacement par les teneurs en MAT des graines avant et après dépelliculage. Ce dernier critère semble donc être un indicateur cohérent de l'efficacité du procédé de dépelliculage et de la qualité de la fraction amande obtenue. Une partie de la variabilité observée sur les valeurs de digestibilité de l'énergie pourrait également s'expliquer par les teneurs en vicine et convicine des différentes variétés de fève étudiées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bourdillon A., Carré B., Conan L., Francesch M., Fuentes M., Huyghebaert G., Janssen W.M., Leclercq B., Lessire M., McNab J., Rigoni M. et Wiseman J., 1990. Br. Poult. Sci., (31), 567-576
- Lacassagne L., Melcion J. P., Monredon F. de, Carré B., 1991. Anim. Feed Sci. Tech., 34 (1-2), 11-19
- Longstaff M., McBain B., McNab J. M., 1991. Anim. Feed Sci. Tech., 34 (1-2), 147-161
- Métayer J.P., Barrier-Guillot B., Skiba F., Crépon K., Bouvarel I., Marget P., Duc G., Lessire M., 2003. Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, 133-136
- Nalle C. L., Ganesharanee Ravindran, Velmurugu Ravindran, 2010. J. Sci. of Food and Agri., 90 (7), 1227-1231
- Pastuszewska P., Smulikowska S., Chibowska M., Janowska G., 1992. 1ère Conférence Européenne sur les Protéagineux
- Vilarino M., Métayer J. P., Crépon K., Duc G., 2009. Anim. Feed Sci. Tech., 150 (1/2): 114-121

Tableau 1. Résultats de composition et de digestibilité des fèves entières et dépelliculées.

Variétés		MS (%)	MAT (%MS)	NDF (%MS)	EB (kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MS)	CUDN (%)	Rendement en amande
Série 1								
Espresso	entière	89,3	26,1	17,4	4422	2317 ^c	73,4 ^d	
	décortiquée	89,0	28,0	13,6	4448	2543 ^{bc}	76,1 ^{bcd}	61,5 %
Fanfare	entière	89,3	27,2	19,0	4431	2336 ^c	73,9 ^{cd}	
	décortiquée	89,1	28,9	9,3	4464	2431 ^{bc}	77,2 ^{abc}	61,5 %
Tiffany	entière	89,3	27,5	17,0	4443	2340 ^c	74,5 ^{cd}	
	décortiquée	88,9	30,2	7,0	4484	2689 ^{ab}	80,1 ^a	69,2 %
Fabelle	entière	85,8	30,2	16,0	4493	2497 ^{bc}	78,7 ^{ab}	
	décortiquée	85,4	31,7	11,3	4531	2865 ^a	79,5 ^{ab}	52,9 %
Série 2								
Espresso	entière	88,2	29,9	18,8	4489	2710 ^b	75,7 ^{bc}	
	décortiquée	88,1	31,9	7,4	4525	3344 ^a	80,9 ^a	66,5 %
Fanfare	entière	88,8	29,3	16,8	4485	2615 ^b	74,1 ^c	
	décortiquée	88,8	32,5	13,1	4517	2937 ^b	78,5 ^{ab}	66,3 %
Lady	entière	88,6	27,7	15,8	4446	2910 ^b	74,4 ^c	
	décortiquée	88,5	31,8	10,2	4499	3375 ^a	79,7 ^a	65,9 %
Fabelle	entière	89,7	30,6	17,4	4486	2774 ^b	74,3 ^c	
	décortiquée	89,8	33,8	9,8	4528	3391 ^a	79,6 ^a	67,0 %

MS : matière sèche ; MAT : matières azotées totales ; NDF : neutral detergent fiber ; EMAn : énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul ; CUDN : coefficient d'utilisation digestive de l'azote

^{a, b, c}: les moyennes d'une même série ne partageant aucune lettre sont significativement différentes

Figure 1. Relation intra-lot du coefficient d'utilisation digestive de l'azote en fonction de la teneur en protéines des fèves entières et dépelliculées

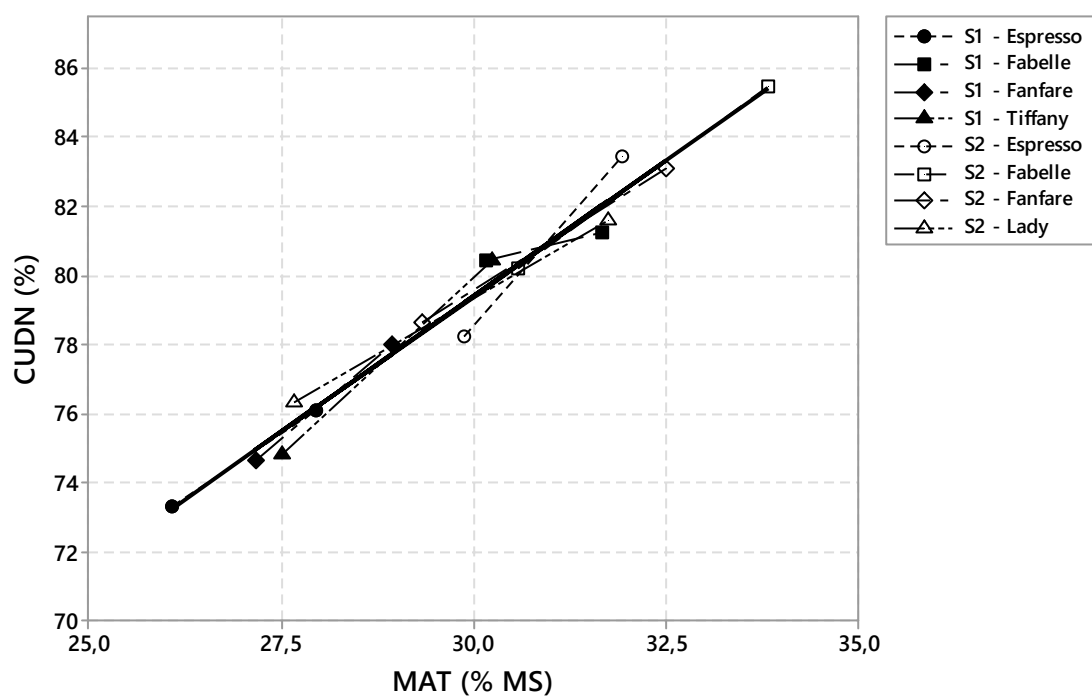


Figure 2. Relation intra-lot du coefficient de l'EMAn en fonction de la teneur en protéines des fèves entières et dépelliculées

