

TOURTEAU DE COLZA



COPRODUIT D'EXTRACTION DE L'HUILE À PARTIR DE GRAINES DE COLZA, LE TOURTEAU DE COLZA EST UN ALIMENT DE RÉFÉRENCE EN NUTRITION ANIMALE EN FRANCE. IL EST RICHE EN PROTÉINES ET PRÉSENTE UNE VALEUR MOYENNE EN ÉNERGIE.



Description

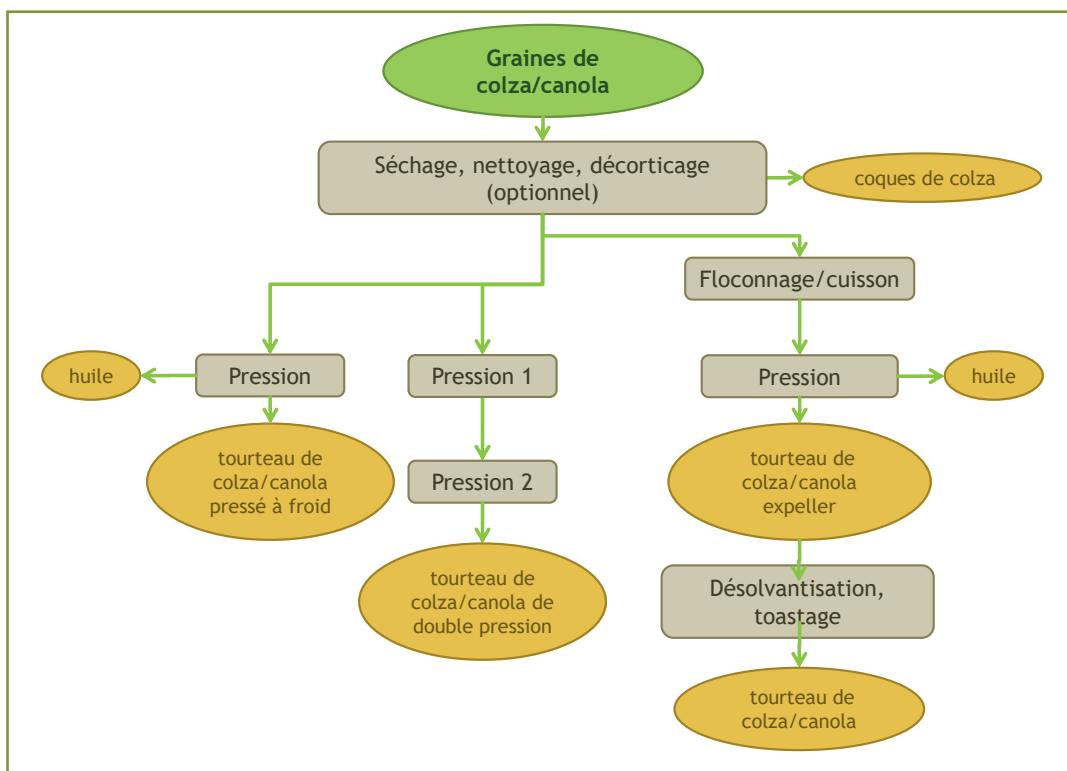
Le tourteau de colza, aussi appelé tourteau de canola en Amérique du Nord, en Australie et dans d'autres pays, est le co-produit de l'extraction d'huile à partir de la graine de colza (*Brassica napus* L., *Brassica rapa* L. et *Brassica juncea* L., et leurs croisements). C'est un aliment riche en protéines qui est largement utilisé pour nourrir toutes sortes d'animaux d'élevage. La production mondiale de tourteau de colza est la deuxième plus importante après celle de tourteau de soja (USDA, 2016). L'huile de colza avait, autrefois, une mauvaise réputation en raison de la présence d'acide érucique, qui donne un goût amer et est susceptible de poser des problèmes de santé. L'utilisation de tourteau de colza comme aliment pour animaux a aussi été limitée par la

présence de glucosinolates, des facteurs antinutritionnels préjudiciables aux performances des animaux. Dans les années 1960-1970, des variétés à faible taux d'acide érucique («0») et à faible teneur en glucosinolates (appelées «00», double zéro, ou encore canola) ont été développées, permettant à l'huile de colza de devenir une huile alimentaire majeure, et aux tourteaux de colza et à la graine de colza d'acquérir une importance croissante pour le bétail. Les premières variétés 00 ont été introduites commercialement au Canada au milieu des années 1970. Dans certains pays comme la France, des variétés 00 ont été rendues disponibles à la fin des années 1980 (Doré et al., 2006). Les variétés faiblement éruciques et à faible teneur en glucosinolates sont maintenant les principaux types cultivés dans le monde entier pour l'huile de table, les biocarburants, l'huile industrielle et les lubrifiants. Il existe également des

AUTRES NOMS COMMUNS

Tourteau de colza, tourteau de canola, tourteau de colza déshuilé, tourteau de colza expeller, tourteau de canola expeller, tourteau de colza gras - Tourteau de colza pressé à froid, tourteau de canola pressé à froid

Figure 1 : schéma du process de fabrication du tourteau de colza



variétés hautement éruciques cultivées à des fins industrielles spécifiques (FAO, 2014 ; Snowden, 2006). Alors que le tourteau de colza extrait au solvant reste le principal type de tourteau de colza commercialisé, les tourteaux de colza riches en huile obtenus par pression mécanique («expeller») ont gagné en popularité depuis le début du siècle, avec le développement de l'agriculture biologique et la production d'huile à la ferme.

Remarque : le nom «canola» était à l'origine une marque commerciale octroyée par le Conseil Canadien du Canola et se référait à des variétés peu éruciques et à faible te-

neur en glucosinolates développées au Canada (Casséus, 2009). Il est maintenant utilisé comme un terme générique pour les variétés OO en Amérique du Nord, en Australie et dans d'autres pays. Dans cette fiche, le terme «colza» est utilisé pour décrire les variétés OO et les variétés de canola, sauf indication contraire, car les variétés OO sont devenues la norme dans l'alimentation des animaux. Pour la même raison, le nom «canola» n'est utilisé dans cette fiche que lorsque la source d'information fait référence à un tourteau de colza commercialisé ou décrit sous le nom de « tourteau de canola ».

Distribution

La production mondiale de tourteau de colza était de 39,1 millions de tonnes en 2015-2016, et a presque doublé depuis 2003 (USDA, 2016). En 2014, le principal producteur de tourteau de colza était l'Union européenne (13,9 millions de tonnes), suivie de la Chine (9,9 millions de tonnes), de l'Amé-

rique du Nord (4,9 millions de tonnes) et de l'Inde (3,7 millions de tonnes). Les principaux utilisateurs de tourteau de colza étaient l'UE, la Chine, l'Amérique du Nord (États-Unis et Canada) et l'Inde (FAO, 2016 ; Oil World, 2015).

Procédés de transformation

Tourteau de colza extrait au solvant

Les graines de colza contiennent de 40 à 45 % d'huile. Lorsque l'huile est complètement extraite par broyage des graines suivi d'une extraction au solvant, l'opération produit environ 55 à 60 % de tourteau de colza (voir le schéma ci-dessus). Les étapes principales de la fabrication du tourteau sont le nettoyage et le pré-conditionnement des graines, l'aplatissage et le floconnage, la cuisson des

graines et le pressage pour éliminer mécaniquement une partie de l'huile, l'extraction à l'hexane (solvant) pour éliminer l'huile restante, puis la désolvantisation et le toastage (Newkirk, 2009). La température est l'un des principaux facteurs affectant la qualité du tourteau de colza (voir **Attributs nutritionnels** ci-dessous). Les tourteaux de colza extraits au solvant ne contiennent pas plus de 2 à 3 % d'huile.

Tourteau de colza extrait à froid et tourteau expeller

- Le tourteau de colza expeller résulte de l'extraction mécanique de l'huile à partir de graines préalablement conditionnées par un traitement thermique. On l'appelle aussi tourteau de colza gras, tourteau de canola gras ou tourteau de canola de double pression car les graines sont pressées deux fois pour améliorer le rendement en huile (Newkirk, 2009).
- Tourteau pressé à froid : compte tenu de l'intérêt croissant des consommateurs pour l'huile de colza pressée à froid,

un autre procédé consistant à presser les graines à basse température (60 °C) donne des tourteaux de colza pressés à froid (Leming et al., 2005).

Ces types de tourteaux de colza peuvent contenir des quantités très variables d'huile résiduelle, généralement plus de 5 %, et jusqu'à 20 % ou plus. Ils sont particulièrement utiles comme source de protéines en agriculture biologique, où l'utilisation de solvants comme l'hexane est interdite.

Traitements thermiques

Le chauffage désactive la myrosinase, l'enzyme qui casse les glucosinolates en aglycones toxiques et entraîne leur dégradation à 30-70 % (Daun et al., 1997). Les températures élevées affectent la qualité des protéines. Ceci est néfaste pour les monogastriques car les fortes températures réduisent la digestibilité des acides aminés (Newkirk, 2009 ; Newkirk et al., 2003). Pour les ruminants, les fortes températures peuvent être favorables car elles réduisent la dégradabilité des protéines du rumen (Cetiom, 2001). Cependant, un traitement thermique excessif du tourteau de colza empêche la dégradation des phytates dans le rumen et

réduit la disponibilité du phosphore alimentaire (Konishi et al., 1999). Le traitement thermique à la vapeur réduit également la digestibilité des protéines chez les volailles (Cetiom, 2001). Une surchauffe peut survenir lors de la désolvantisation, et les températures lors de cette opération ne doivent pas dépasser 100 °C (Cetiom, 2001). Le tourteau de colza pressé à froid peut contenir des quantités plus élevées de glucosinolates que les tourteaux extraits au solvant, car la chaleur est nécessaire pour dégrader les glucosinolates et désactiver la myrosinase qui les rend toxiques.

Décortilage

Le décortilage des graines de colza avant le broyage produit un tourteau de colza plus riche en protéines et moins fibreux, de meilleure digestibilité et valeur nutritionnelle (Skiba et al., 1999). Cette technologie, mise en œuvre industriellement en France dans les années 1980, a été abandonnée après quelques années en raison des pertes d'huile significatives

(restées dans les coques) qu'elle provoque et de l'intérêt limité du marché pour le tourteau décortiqué. Cependant, la recherche de protéines alternatives au soja a suscité un regain d'intérêt pour cette technologie depuis les années 2000 (Carré et al., 2016).

Traitements enzymatiques

On a souvent tenté d'améliorer la disponibilité des nutriments en réduisant l'effet d'encapsulation de la paroi cel-

lulaire par l'utilisation d'enzymes telles que des protéases, xylanases et phytases (Kozłowski et al., 2014).

Ajouts de co-produits de traitement

Des co-produits du traitement du colza sont parfois ajoutés au tourteau, notamment au Canada. L'ajout de gommes, constituées majoritairement de phospholipides et de «soapstocks», des composés riches en huile, augmente la

teneur en énergie du tourteau et réduit la quantité de poussière. Les criblures et les corps étrangers diminuent la qualité des tourteaux (Newkirk, 2009).

Impact environnemental

Tourteau de colza issu de graines génétiquement modifiées (OGM)

Des cultivars de colza génétiquement modifiés ont été mis au point et sont largement utilisés au Canada (95 % des cultures) et aux États-Unis (82 %) (GMO Compass, 2010). Dans l'Union européenne, la culture de colza OGM est interdite, mais les graines, huiles et tourteaux issus de la culture de certains cultivars peuvent être importés et utilisés pour l'alimentation

animale et humaine (EFSA, 2009 ; Commission européenne, 2003). L'harmonisation de l'étiquetage du colza transgénique a été recommandée afin que les éleveurs puissent faire un choix éclairé, mais aucun étiquetage obligatoire n'est requis pour les produits d'origine animale provenant du bétail nourri au colza transgénique (Commission européenne, 2003).

Caractéristiques nutritionnelles

Le tourteau de colza est souvent inclus dans l'alimentation de tous types d'animaux d'élevage en raison de sa forte teneur en protéines (35-44 % de la MS). Il est souvent utilisé comme substitut du tourteau de soja. La protéine de colza est plus pauvre en lysine que celle du soja (5,5 % vs. 6,3 % de la protéine brute) mais plus riche en acides aminés soufrés (somme de méthionine + cystéine = 4,3 % vs. 3 % de la protéine brute). Les graines de colza sont petites et contiennent environ 18-21 % de coques, tandis que le tourteau contient environ 30 % de coques (Mejicanos et al., 2016 ; Carré et al., 2016). Ainsi, le tourteau de colza a une teneur en fibres relativement élevée, avec une teneur en cellulose brute entre 10 et 18 % de la MS, soit plus que tous les types de tourteaux de soja, mais moins que les autres tourteaux comme le tourteau de tournesol. La teneur en lignine du tourteau de colza est également élevée (environ 10 % de la MS), alors que la teneur en lignine du tourteau de soja est généralement inférieure à 1 %. La faible teneur en lysine et la teneur élevée en fibres a tendance à limiter l'utilisation du tourteau de colza pour l'alimentation des monogastriques et des poissons (Bell, 1993 ; Royer et al., 2011 ; Newkirk,

2009). En porcs et en volailles, l'usage du tourteau de colza comme seule source de protéines entraîne souvent une baisse de la performance des animaux (Fan et al., 1996). Le tourteau de colza extrait par solvant contient de petites quantités d'huile résiduelle (environ 3 % de la MS). Le tourteau de canola extrait au solvant peut avoir une teneur en huile plus élevée en raison de la réintroduction de gommes et de «soapstocks» pendant sa fabrication (Newkirk, 2009).

L'huile de colza est riche en acides gras polyinsaturés (60 % d'acide oléique C18:1, 21 % d'acide linoléique C18:2 et 10 % d'acide linolénique C18:3), ce qui la rend intéressante pour l'alimentation humaine et animale (Blair, 2011). En Australie, une comparaison du profil des acides gras des tourteaux expeller et des tourteaux extraits au solvant a montré des différences significatives entre eux : les tourteaux extraits au solvant avaient tendance à avoir une proportion plus faible d'acide oléique que les tourteaux expeller (54 % vs. 59 %) et une proportion plus élevée d'acide linoléique (25 % vs. 22 %) (Spragg et al., 2007). Le tableau suivant montre les différences entre le tourteau de canola canadien et le tourteau de colza 00 français en 2011-2013 et 2014, respectivement.

Tableau 1 : Valeurs nutritionnelles du tourteau de canola canadien et du tourteau de colza français

Valeurs sur une base de 12 % d'humidité	Canada (CCC, 2015)	France (Peyronnet et al., 2014)
Protéines brutes %	36,7	33,4
Cellulose brute %	11,2	14,0
Matières grasses brutes %	3,3	2,8
Glucosinolates µmol/g	4,2	6,9

Tourteau expeller et tourteau pressé à froid

Le tourteau de colza obtenu par pression mécanique contient des quantités d'huile extrêmement variables, généralement comprises entre 7 et 15 %, mais allant parfois jusqu'à 20 % (base MS), ce qui lui confère une valeur énergétique supérieure à celle du tourteau extrait au solvant. Le tourteau de colza pressé à froid a généralement une teneur en huile plus élevée que le tourteau de colza expeller (Skiba et al., 1999 ; Grageola et al., 2013). La disponibilité de la lysine du tourteau de colza pressé à froid est supérieure à

celle du tourteau expeller, car elle est moins abîmée par la chaleur (Grageola et al., 2013). La teneur en glucosinolates tend à être plus élevée dans les tourteaux pressés à froid et expeller car la myrosinase n'y est pas ou peu désactivée par rapport à ce qui est observé dans les tourteaux extraits au solvant (Skiba et al., 1999). La teneur en glucosinolates du tourteau pressé à froid reste néanmoins inférieure à la concentration maximale tolérée pour une croissance optimale du porc (Grageola et al., 2013).

Décorticage

Il a été démontré que le décorticage améliore la valeur nutritive du tourteau de colza (Baidoo et al., 1985). Le décorticage réduit la teneur en fibres et augmente la digestibilité des acides aminés et des nutriments chez les porcs (de

Lange et al., 1998), mais n'a pas impacté la dégradation ruminale des acides aminés chez les ruminants (Mustafa et al., 1997).

**Tableau 2 : Principaux
constituants du tourteau
de colza**

		T<5%	T5-20%
Constituants organiques	Matière sèche (% sur brut)	89,0	91,5
	Protéines brutes (% MS)	38,1	33,6
	Cellulose brute (% MS)	14,4	12,9
	Matières grasses brutes (% MS)	2,4	13,1
	Matières minérales (% MS)	7,6	6,8
	NDF (% MS)	31,6	29,3
	ADF (% MS)	20,8	19,6
	Lignine (% MS)	9,7	9,0
	Amidon (% MS)	6,2	6,6
	Sucres totaux (% MS)	10,5	9,8
	Energie brute (kcal/kg MS)	4 620	5 140
Minéraux	Calcium (g/kg MS)	8,5	8,2
	Phosphore (g/kg MS)	12,7	11,8
	Magnésium (g/kg MS)	5,7	5,3
	Potassium (g/kg MS)	14,2	12,5
	Sodium (g/kg MS)	0,29	0,56
	Manganèse (mg/kg MS)	60	63
	Zinc (mg/kg MS)	74	64
	Cuivre (mg/kg MS)	7	5
Acides aminés	Alanine (g/kg MS)	16,5	14,6
	Arginine (g/kg MS)	22,0	19,5
	Acide aspartique (g/kg MS)	26,9	23,9
	Cystine (g/kg MS)	9,1	8,1
	Acide glutamique (g/kg MS)	64,7	56,8
	Glycine (g/kg MS)	18,9	16,7
	Histidine (g/kg MS)	10,4	9,1
	Isoleucine (g/kg MS)	15,2	13,5
	Leucine (g/kg MS)	25,9	22,9
	Lysine (g/kg MS)	20,4	18,4
	Méthionine (g/kg MS)	7,7	6,8
	Phénylalanine (g/kg MS)	14,7	12,9
	Proline (g/kg MS)	23,0	20,3
	Sérine (g/kg MS)	16,7	14,7
	Thréonine (g/kg MS)	16,4	14,7
	Tryptophane (g/kg MS)	4,7	4,2
	Tyrosine (g/kg MS)	10,8	9,5
	Valine (g/kg MS)	19,4	17,2

Contraintes potentielles

Glucosinolates et acide érucique

Jadis, les graines de colza contenaient de l'acide érucique, un acide gras non appétible et toxique, et des glucosinolates, qui diminuent l'ingestion chez les ruminants et entraînent des troubles physiologiques du foie, des reins ou des glandes thyroïdes chez les monogastriques (voir Porcs et Volailles ci-dessous). Chez les volailles, les effets indésirables des glucosinolates sont le goût piquant, l'amertume, l'activité antithyroïdienne et, par conséquent, une réduction de la croissance et des performances de ponte. La mortalité peut être augmentée, en particulier chez les poules pondeuses, en raison du syndrome de foie hémorragique (Fenwick, 1982).

Les cultivars modernes de canola/colza 00 ont des très faibles niveaux d'acide érucique et de glucosinolates. La teneur en glucosinolates des graines de colza a diminué de

façon constante, et est maintenant souvent inférieure à 10 $\mu\text{mol/g}$, contre 120 $\mu\text{mol/g}$ pour les cultivars antérieurs aux 00 (Peyronnet et al., 2014 ; Khajali et al., 2012). Les relevés effectués depuis 2010 font état de moyennes de 3,9 $\mu\text{mol/g}$ (tourteau de canola canadien) et de 10 $\mu\text{mol/g}$ (tourteau de colza français) (Mejicanos et al., 2016). L'utilisation du tourteau de colza dans les rations pour monogastriques (porcs et volailles) peut maintenant être augmentée sans impacter l'ingestion ou les fonctions physiologiques des animaux (Cetiom, 2001). Chez les volailles, la limitation n'est pas due aux glucosinolates mais à la teneur élevée en fibres (Cetiom, 2001). Certains cultivars de colza sont utilisés pour la production d'acide érucique, et les tourteaux résultant de leur extraction ne doivent pas être donnés aux animaux.

Tannins

Les tannins sont des composés phénoliques qui se lient à divers composés, y compris les protéines, rendant celles-ci moins disponibles pour l'animal (Bell, 1993). Dans les graines de colza, la plupart des tannins sont contenus dans le tégument (Lipsa et al., 2012). Chez les porcs, il a été constaté que les graines à coque foncée étaient presque indigestibles alors que les graines jaunes décortiquées étaient bien digérées. Ceci a été attribué à une teneur plus faible en

tannins et en lignine dans les graines les plus claires (Bell et al., 1982). Les variétés de colza plus claires sont réputées contenir moins de tannins et sont donc des variétés «000» (Auger et al., 2010). Certains programmes de sélection visent à réduire l'épaisseur du tégument et donc le niveau de tannins (Lipsa et al., 2012). Le tourteau de colza décortiqué et les tourteaux de colza issus de variétés de couleur claire peuvent donc avoir une teneur en tannins plus faible.

Acide phytique

Le phosphore du tourteau de colza se présente principalement sous la forme d'acide phytique, avec un rapport P phytique : P total compris entre 67 et 95 % (Selle et al., 2003 ;

Spragg et al., 2007). L'acide phytique se lie à des cations tels que Zn, Ca et Fe, réduisant ainsi leur biodisponibilité (Mejicanos et al., 2016).

Sinapine

Le tourteau de colza contient environ 1 % de sinapine, une amine alcaloïde présente dans toutes les graines de *Brassicaceae* dont le colza fait partie. La sinapine est un ester de choline transformé en triméthylamine par les micro-organismes dans le tube digestif des oiseaux. La triméthylamine est ensuite transformée par une enzyme en un composé inodore excrété dans l'urine. Les races de poules pondant des œufs à coquille brune ne possèdent pas cette enzyme et, chez elles, la triméthylamine s'accumule dans l'œuf, lui

donnant un goût de poisson (Newkirk, 2009 ; Bell, 1993). Toutes les sources de choline (chlorure de choline et sinapine du tourteau de canola) peuvent être transformées en triméthylamine, mais l'altération du goût des œufs due au tourteau de colza semble plus importante que celle due au chlorure de choline (Wang et al., 2013 ; Ward et al., 2009). La sinapine réduit également la palatabilité et a un effet dépressur sur l'ingestion (Mejicanos et al., 2016).

Le tourteau de colza, un ingrédient commun pour tous les ruminants, est une bonne source de protéines et d'énergie. En raison de sa teneur en protéines plus faible, de sa teneur élevée en fibres, et de sa forte dégradabilité, on considère que le tourteau de colza a une valeur nutritionnelle nettement inférieure à celle du tourteau de soja. Toutefois, plu-

sieurs méta-analyses portant sur des études menées sur bovins laitiers (Huhtanen et al., 2011 ; Martineau et al., 2013 ; Martineau et al., 2014) ont montré que l'énergie et la valeur protéique du tourteau de colza sont plus élevées que prévu (Evans et al., 2016).

Palatabilité

Le tourteau de colza est une source de protéines très appréciable pour les ruminants. Chez les vaches laitières, le remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza a maintenu (à 20 % de tourteau de colza) ou augmenté l'ingestion (à 9 % de tourteau de colza ; Maxin et al., 2013 ; Broderick et al., 2014). La substitution des drêches de distillerie de maïs à haute teneur en protéines par 20 % de tourteau de colza a maintenu l'ingestion (Swanepoel et al., 2014). Chez les bovins de boucherie, les rations contenant 10 % de tourteau de colza ont entraîné une ingestion plus élevée que les rations à base de drêches de distillerie de maïs ou de drêches de distillerie de blé (Li et al., 2013). Lors de la finition des bovins, les rations à 30 % de tourteau de colza expeller ou de tourteau de colza extrait au solvant

n'ont pas causé de problèmes d'ingestion (He et al., 2013). Chez les veaux, l'ingestion de rations contenant du tourteau de colza a été comparable à celle de rations contenant du tourteau de soja. Cependant, l'ingestion a diminué chez les veaux recevant une ration de tourteau de colza à haute teneur en glucosinolates (plus de 100 $\mu\text{mol/g}$) (Ravichandiran et al., 2008). Chez les veaux de vaches laitières, l'utilisation d'agents aromatisants s'est révélée inutile lors de l'utilisation d'une ration contenant du tourteau de colza (Terré et al., 2014). Les veaux en pré-sevrage recevant un aliment de démarrage à faible teneur en protéines complété par du tourteau de colza ou de soja ont consommé plus de tourteau de soja que de tourteau de colza (Miller-Cushon et al., 2014).

Valeur nutritionnelle

●● Digestibilité et valeur énergétique

Le tourteau de colza est une bonne source d'énergie pour les ruminants. Pour les tourteaux de colza extraits au solvant, les valeurs d'énergie nette de lactation citées dans les tables d'alimentation vont de 6,8 à 7,45 MJ/kg MS (CNRC, 2001 ; Sauvante et al., 2004 ; NorFor, 2016). Ces valeurs correspondent grossièrement à 80 % de la valeur énergétique nette du tourteau de soja. La digestibilité de la MO est d'environ 74-77 %. Il a cependant été suggéré que la digestibilité des fibres du tourteau de colza pourrait être sous-évaluée

(CCC, 2015). Certaines expériences ont montré que le tourteau de colza peut assurer la même performance laitière que celle obtenue avec le tourteau de soja (Brito et al., 2007b). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer la valeur énergétique correcte du tourteau de colza (CCC, 2015). Les tourteaux expeller et les tourteaux de colza pressés à froid ont une valeur énergétique plus élevée que les tourteaux de colza extraits au solvant, en raison de leur teneur élevée en huile résiduelle.

●● Valeur protéique

Le tourteau de colza est une source de protéines pour les ruminants. La protéine du tourteau de colza a longtemps été considérée comme plus dégradée que celle du soja, mais les estimations de la quantité de protéines non dégradées dans le rumen (RUP), obtenues au moyen de méthodes plus

récentes tenant compte de la contribution de la fraction protéique soluble à la RUP disponible pour l'animal, suggèrent que la fraction RUP (exprimée en % de protéines) du tourteau de colza se situe entre 40 et 56 %, contre 27 à 45 % pour le tourteau de soja (CCC, 2015).

●● Valeur des acides aminés

Le tourteau de colza a un bon profil d'acides aminés pour les ruminants et apporte une quantité importante de méthionine, qui est souvent le premier acide aminé limitant. De

plus, le profil en acides aminés de la fraction RUP du tourteau de colza correspond mieux aux besoins en entretien et en lait que celui des autres protéines végétales (CCC, 2015).

Vaches laitières

Tourteau de colza extrait au solvant

Le tourteau de colza est un excellent complément protéique pour les vaches laitières en lactation. Il peut être inclus en quantités relativement importantes dans leur alimentation. Des taux d'incorporation élevés (20 % de la ration, base MS) n'ont pas eu d'effet négatif sur l'ingestion et la production (Brito et al., 2007b ; Swanepoel et al., 2014). Une méta-analyse portant sur 122 études comparant le tourteau de colza au tourteau de soja a montré que pour chaque kg de protéines supplémentaires, la production de lait augmentait de 3,4 kg avec le tourteau de colza et de 2,4 kg avec le tourteau de soja, soit un gain d'1 kg de lait par kg de tourteau de colza comparé au tourteau de soja (Huhtanen et al., 2011). Une autre méta-analyse portant sur 49 études comparant le tourteau de colza à d'autres sources de protéines a montré que le tourteau de colza augmentait le rendement laitier de 1,4 kg lorsque tous les autres ingrédients étaient pris en compte, mais seulement de 0,7 kg lorsque le tour-

teau de colza remplaçait du tourteau de soja (Martineau et al., 2013). Un suivi de cette dernière étude portant sur les acides aminés plasmatiques a suggéré que l'ingestion de tourteau de colza augmentait l'absorption des acides aminés essentiels, entraînant une sécrétion plus élevée de protéines laitières, et donc une meilleure efficacité protéique (Martineau et al., 2014). Le tourteau de colza a été utilisé efficacement en combinaison avec des drêches de distillerie de maïs pour équilibrer le profil d'acides aminés de la ration et maximiser la performance des animaux (Mulrooney et al., 2009 ; Swanepoel et al., 2014). Il a également été montré que des mélanges de tourteau de colza et de drêches de blé ont permis des niveaux élevés de production laitière (Chibisa et al., 2012 ; Chibisa et al., 2013). Une comparaison entre les tourteaux de colza et les drêches de distillerie de blé a montré des résultats laitiers similaires (Mutsvangwa, 2014a ; Mutsvangwa, 2014b).

Tourteau expeller et pressé à froid

Le tourteau expeller ou le tourteau de colza pressé à froid sont de bons aliments pour les vaches laitières. Le tourteau de colza expeller donne des rendements laitiers similaires ou supérieurs au tourteau de colza extrait au solvant (Beaulieu et al., 1990 ; Hristov et al., 2011 ; Jones et al., 2001). En élevage biologique où les tourteaux extraits au solvant sont interdits, le tourteau de colza pressé à froid est une source d'énergie et de protéines particulièrement intéressante. En

outre, il peut augmenter la production de lait en remplacement d'un supplément protéique commercial (Johansson et al., 2006). En raison de sa teneur élevée en huile, le tourteau de colza expeller tend à améliorer le profil des acides gras du lait en réduisant les graisses saturées, en augmentant le taux d'acide oléique (C18:1) et en diminuant le niveau d'acide palmitique (C16:0) (Jones et al., 2001 ; Hristov et al., 2011).

Bovins en croissance

Le tourteau de colza est une source de protéines appropriée pour les animaux en croissance et en finition. Chez les veaux de boucherie en post-sevrage, une comparaison de tourteaux de colza avec des graines de protéagineux (pois de grande culture, pois chiches et lentilles) a montré que les rations à base de graines de colza entraînaient moins de gain quotidien moyen et un taux de conversion alimentaire (aliment/gain de poids) dégradé (plus élevé) (Anderson et al., 2004). Chez les veaux de vaches laitières, le tourteau de colza et le tourteau de soja ont entraîné des ingestions de MS similaires et des gains quotidiens comparables (Terré et al., 2014). Chez les génisses, une comparaison entre tourteau de colza et plusieurs sortes de drêches de blé ou de maïs a montré que tous les ingrédients amélioraient les performances et augmentaient l'ingestion de MS. Néanmoins, la digestibilité totale de la MO et du NDF étaient plus élevées avec le tourteau de colza (Li et al., 2013). Chez les

génisses laitières recevant des rations contenant du tourteau de soja ou de colza, les taux de gestation étaient plus élevés chez les génisses ayant reçu du tourteau de colza en période pré-pubertaire (Gordon et al., 2012). Chez les bouvillons, une étude a montré que le tourteau de colza améliorait l'ingestion et le gain de poids quotidien par rapport à ceux recevant des rations à base de drêches de distillerie (Yang et al., 2013). La supplémentation d'ensilage d'herbe avec du tourteau de colza a augmenté les gains de poids chez les bouvillons en croissance. La finition des bouvillons a duré moins longtemps et les gains quotidiens des animaux ont augmenté avec l'utilisation de tourteau de colza (Petit et al., 1994). Pour les bovins en finition, 15 ou 30 % de tourteau de colza expeller ou extrait au solvant ont donné des gains quotidiens moyens similaires, mais les rations à 30 % ont réduit l'efficacité alimentaire (He et al., 2013).

Vaches allaitantes

Les vaches à l'herbe ont donné naissance à des veaux de poids similaires avec les suppléments protéiques suivants : tourteau de colza, tourteau de tournesol ou haricots de retrait (*Phaesus vulgaris*). Les poids des veaux au sevrage et les changements de condition corporelle des vaches étaient également identiques, tandis que la perte de poids

des vaches pendant la gestation était la plus faible chez les vaches recevant du tourteau de colza (Patterson et al., 1999). Les vaches au pâturage ont produit plus de lait lorsque le tourteau de colza était partiellement substitué au blé (Auld et al., 2014).

Ovins

Le tourteau de colza favorise la croissance des ovins. Chez les agneaux en croissance, le tourteau de colza a donné de meilleurs gains de poids et une meilleure efficacité alimentaire que les lupins (Wiese et al., 2003 ; Malau-Aduli et al., 2009). Chez les agneaux recevant des rations riches en fourrages, la supplémentation en tourteau de colza ou en farine de poisson améliore les gains quotidiens et l'efficacité alimentaire, le tourteau de colza semblant aussi efficace que la fa-

rine de poisson (Agbossamey et al., 1998). Chez des agneaux recevant jusqu'à 30 % de tourteau de colza, il n'y a eu aucun effet sur la prise de poids ou l'apport alimentaire, bien que la production d'hormones thyroïdiennes ait été plus faible aux niveaux d'incorporation les plus élevés (Mandiki et al., 1999). En raison de sa teneur en méthionine, le tourteau de colza est un complément idéal pour la production de laine et de mohair (Reis et al., 1990).

Tableau 3 : Valeurs alimentaires du tourteau de colza destinées aux ruminants

	T<5%	T5-20%
UFL Systali (/kg MS)	0,99	1,20
UFV Systali (/kg MS)	0,95	1,18
PDIA Systali (g/kg MS)	92	81
PDI Systali (g/kg MS)	144	133
Balance protéique du rumen (g/kg MS)	169	138
UFL (/kg MS)	0,95	1,14
UFV (/kg MS)	0,90	1,09
PDIA (g/kg MS)	104	91
PDIN (g/kg MS)	247	218
PDIE (g/kg MS)	156	137
Digestibilité de la matière organique (%)	75	77
Digestibilité de l'azote (%)	77	77
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	79	79
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6%) (%)	69	69

Porcs

Le tourteau de colza est un aliment de bonne qualité et riche en protéines pour les porcs. Cependant, par rapport au tourteau de soja, sa teneur en lysine et la disponibilité de ses acides aminés sont inférieures. Sa teneur en fibres plus élevée et sa valeur énergétique inférieure (environ 80 % de celle du tourteau de soja) font du tourteau de colza un aliment pour porcs moins intéressant que le tourteau de soja (Bell, 1993 ; Aherne et al., 1985 ; Thacker, 1990). Le tourteau de colza est une meilleure source de calcium, de sélénium et de zinc que le tourteau de soja, mais une moins bonne source de potas-

sium et de cuivre. Sa teneur élevée en acide phytique et en fibres réduit la disponibilité de nombreux éléments minéraux (Blair, 2007). Le tourteau de colza est une bonne source de vitamines (choline, niacine, riboflavine et biotine). Autrefois, les glucosinolates limitaient l'utilisation du tourteau de colza dans l'alimentation des porcs (Blair, 2007). Le niveau de glucosinolates admissibles dans une ration pour porcs est de 2,4-2,5 µmol/g (Schöne et al., 1997a ; Schöne et al., 1997b ; Bell, 1990). La palatabilité du tourteau de colza est un facteur limitant pour les porcs (Frederick et al., 2014 ; Bell, 1993).

Tourteau de colza extrait au solvant

La réponse des porcs de tous les âges à l'incorporation du tourteau de colza dans l'alimentation est généralement favorable. Il faut noter que les recommandations établies dans les années 1980-1990 étaient souvent conservatrices, avec par exemple 5 % dans les régimes de démarrage, 10 % pour les truies et 15 % pour les porcs en croissance, car elles

● ● Porcelets

Le tourteau de colza a été incorporé dans l'alimentation des porcelets jusqu'à 15 à 20 % (base MS) sans compromettre les performances de croissance, le poids des organes, la

● ● Porcs en croissance

Il était autrefois recommandé d'incorporer le tourteau de colza dans les rations de porcs en croissance afin d'apporter au maximum 50 % des besoins en protéines, mais des études récentes ont montré qu'il est désormais possible d'utiliser 100 % de tourteau de colza comme source de protéines dans ces régimes. L'utilisation du tourteau de colza comme unique source de protéines n'a eu aucun effet sur l'inges-

● ● Porcs en engraissement

Chez les porcs à l'engrais, le tourteau de colza a pu complètement remplacer le tourteau de soja sans provoquer de changements significatifs dans la croissance, la masse viscérale, les caractéristiques de carcasse, la qualité de la viande fraîche ou le rendement de carcasse, à condition que les régimes aient été formulés à même quantité d'acides

● ● Truies

Chez les truies, il est important de limiter le taux de glucosinolates afin de prévenir les problèmes de reproduction. Les régimes pour truies contenant jusqu'à 10 % de tourteau de colza pendant la lactation et la gestation n'ont eu aucun effet nuisible à la santé des truies, aux performances de reproduction (y compris pour les truies hyperprolifiques) ni à la croissance des porcelets (Quiniou et al., 2014 ; King et

reposaient sur des études anciennes réalisées avec des tourteaux contenant des quantités significatives de glucosinolates (Lewis et al., 2001). Des études récentes montrent que le tourteau de colza issu des cultivars modernes 00, est beaucoup mieux toléré par les porcs.

teneur des os en minéraux ou les paramètres sanguins (Peñuela Sierra et al., 2015 ; Parr et al., 2015 ; Royer et al., 2011).

tion alimentaire ou la croissance des porcs (Roth-Maier et al., 2004). Lorsque des régimes pour porcs (en croissance ou en finition) ont été formulés à même quantité de lysine digestible à partir de tourteau de colza ou de tourteau de soja, les performances de croissance et la qualité des carcasses ont été similaires (Raj et al., 2000 ; Siljander Rasi et al., 1996).

aminés digestibles (digestibilité iléale standardisée) (Little et al., 2015 ; Rojo-Gomez et al., 2001). En France, des porcs à l'engraissement ont reçu jusqu'à 18 % de tourteau de colza et 40 % de pois comme sources de protéines afin de remplacer totalement le tourteau de soja (Royer et al., 2005).

al., 2001 ; Jost, 1996 ; Thacker, 1990 ; Aherne et al., 1985 ; Flipot et al., 1977). Le tourteau de colza a eu un effet positif sur l'ingestion des truies pendant l'allaitement (King et al., 2001). Le traitement thermique (103 °C) du tourteau de colza améliore l'appétence et augmente l'ingestion par rapport au tourteau de colza non traité (Jost, 1996).

Tourteau expeller et pressé à froid

Les tourteaux de colza expeller et les tourteaux pressés à froid contiennent beaucoup d'huile et sont donc riches en énergie (Blair, 2007). Cependant, ces tourteaux peuvent encore contenir trop de glucosinolates (en raison de l'action de la myrosinase) pour permettre à ces aliments d'être incorporés dans les régimes pour porcs à des niveaux maximums. Il est recommandé d'établir des limites plus prudentes pour les tourteaux de colza expeller et pressé à froid que pour le tourteau de colza traditionnel extrait au solvant (Blair, 2007). En France, une comparaison de tourteaux de colza pressés à froid et de tourteaux pressés à la chaleur, puis tous deux extraits au solvant, a révélé que le premier avait une

digestibilité de l'énergie plus élevée (+10 points de pourcentage) et une valeur d'énergie digestible également plus importante (13,6 vs. 11,8 MJ/kg DM) (Skiba et al., 1999). Au Canada, les tourteaux de canola expeller incorporés à 22,5 % du régime des porcs en croissance ont fourni suffisamment d'énergie et d'acides aminés. Cependant, leur incorporation a entraîné une diminution de l'ingestion et le gain quotidien a été réduit de 3 g/j par point d'incorporation (%) du tourteau de canola. Cela a pu être dû à l'augmentation des glucosinolates dans le régime, et a retardé de trois jours la date d'obtention du poids d'abattage, y compris avec un régime formulé pour fournir les niveaux adéquats d'énergie

nette et d'acides aminés digestibles. Il a été suggéré de limiter le tourteau de colza expeller à 22,5 % du régime pendant les 50 premiers jours de la période de croissance, et à 18 % au cours des 40 jours suivants (Seneviratne et al., 2010). En Australie, un tourteau de canola pressé à froid (contenant 10,5 mmol de glucosinolates par kg de tourteau déshuilé, base MS) incorporé à plus de 15 % dans des régimes pour porcs en croissance-finition, en remplacement de lupin

blanc (doux), a réduit les performances et provoqué une hypertrophie thyroïdienne (Mullan et al., 2000). Au Canada, pour des porcelets sevrés de 6 à 7 kg, l'augmentation du taux de tourteau de canola expeller a diminué linéairement la digestibilité de l'énergie, de la MS et des protéines. Il a été suggéré de limiter l'incorporation du tourteau de colza expeller à 20 % dans les régimes pour porcelets (Landerio et al., 2012 ; Seneviratne et al., 2011).

Tableau 4 : Valeurs alimentaires du tourteau de colza destinées aux porcs

	T<5%	T5-20%
Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	3 170	3 630
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 920	3 410
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	1 790	2 360
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	3 390	3 850
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	3 090	3 570
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 920	2 480
Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	69	71
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	77	79
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	73	75
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	80	83



Le tourteau de colza est utilisé comme source de protéines dans l'alimentation des volailles comme alternative au tourteau de soja. Cependant, sa qualité nutritionnelle pour la volaille est généralement inférieure à celle du tourteau de soja, en raison de sa faible teneur en protéines et en acides aminés, de sa faible digestibilité (en particulier lorsque le tourteau a été surchauffé et a subi une réaction de Maillard) et de sa teneur en fibres qui est inversement corrélée à sa valeur d'énergie métabolisable, de 10 à 15 % inférieure à celle du tourteau de soja (Newkirk et al., 2003 ; Anderson-Hafermann et al., 1993). Les produits résultant de la

réaction de Maillard lors du traitement sont responsables de ces faibles valeurs. Les tannins pourraient également réduire la digestibilité des acides aminés (Khajali et al., 2012). Le tourteau de colza se compare avantageusement au tourteau de soja pour les acides aminés soufrés et ces deux tourteaux tendent à se compléter (Newkirk et al., 2003 ; Anderson-Hafermann et al., 1993). L'utilisation d'enzymes alimentaires dans les aliments pour volailles contenant du tourteau de colza peut améliorer la digestion, mais les résultats ne sont pas complètement concluants (CCC, 2015).

Facteurs antinutritionnels

●● Glucosinolates

L'incorporation de tourteau de colza issu de variétés modernes 00 et de canola dans les régimes de volailles ne devrait pas dépasser 20 % chez les poulets de chair et 15 % en

pondeuses, afin que la teneur totale en glucosinolates reste inférieure à 1,5 µmol/g.

●● Sinapine

Un tourteau de colza offert à des poules pondeuses sensibles à la sinapine a provoqué l'apparition d'une odeur de poisson dans les œufs lorsque le taux d'incorporation du tourteau a dépassé à 12 % du régime, ce qui est supérieur

aux niveaux recommandés pour les pondeuses (Hy-Line International, 2010). Aucune odeur n'a été détectée dans la carcasse.

Poulets de chair

En général, les niveaux recommandés en poulets de chair pour le tourteau de colza ne dépassent pas 20 %. Cependant, en Australie, du tourteau de colza issu de variétés très pauvres en glucosinolates a été inclus dans les régimes de démarrage des poussins à des niveaux allant de 20 à 30 %,

et jusqu'à 30 % pour les poulets en finition. Aux taux d'incorporation recommandés, le tourteau de colza a réduit le pourcentage de graisse abdominale des oiseaux et la viscosité intestinale, sans affecter le poids du foie et du pancréas (Perez-Maldonado, 2003).

Poules pondeuses

En général, les niveaux recommandés en poulets de chair pour le tourteau de colza ne dépassent pas 20 %. Cependant, en Australie, du tourteau de colza issu de variétés très pauvres en glucosinolates a été inclus dans les régimes de démarrage des poussins à des niveaux allant de 20 à 30 %,

et jusqu'à 30 % pour les poulets en finition. Aux taux d'incorporation recommandés, le tourteau de colza a réduit le pourcentage de graisse abdominale des oiseaux et la viscosité intestinale, sans affecter le poids du foie et du pancréas (Perez-Maldonado, 2003).

Dindons

Le tourteau de colza des variétés anciennes incorporé à 45 % en remplacement du tourteau de soja et de la farine de poissons dans un aliment pour dindes a donné les mêmes résultats en terme de poids des animaux à 42 jours que le tourteau de soja. L'efficacité alimentaire a cependant été réduite proportionnellement au taux d'incorporation du tourteau de colza (Salmon, 1982). Dans un récent essai, l'incorporation de 5 ou 10 % de tourteau de colza dans l'aliment de dindons en engraissement n'a pas eu d'impact négatif sur leur prise de poids. La quantité d'acides gras oméga-3 dans

la viande a augmenté avec l'augmentation du tourteau de colza dans l'aliment, et on a remarqué une tendance favorable à la diminution du ratio d'acides gras oméga-6 : oméga-3. Les régimes contenant du tourteau de colza étaient moins chers que les régimes à base de tourteau de soja. Il a donc été recommandé d'incorporer jusqu'à 10 % de tourteau de colza dans l'aliment pour l'engraissement des dindons hybrides (Bedekovic et al., 2014). On n'a observé aucune mauvaise odeur dans la viande de dindes nourries avec du tourteau de canola (Larmond et al., 1983).

Tableau 5 : Valeurs alimentaires du tourteau de colza destinées aux volailles

	T<5%	T5-20%
Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS)	1 670	2 280
Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS)	1 610	2 110



Heuzé V., Tran G., Sauvant D., Renaudeau D., Lessire M., Lebas F., 2018. Corn gluten meal. Feedipedia, a programme

by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/715> Last updated on July 4, 2018, 16:45

- Abdul-Aziz, G. M.; El-Nady, M.A.; Shalaby, A. S.; Mahmoud, S. H., 1999. Partial substitution of soybean meal protein by different plant protein sources in diets for Nile tilapia fingerling. *Fac. Agric. Univ. Cairo, Bull.* 50: 189-202
- Adedokun, S. A.; Adeola, O.; Parsons, C. M.; Lilburn, M. S.; Applegate, T. J., 2008. Standardized ileal amino acid digestibility of plant feedstuffs in broiler chickens and turkey poulters using a nitrogen-free or casein diet. *Poult. Sci.*, 87 (12): 2535-2548
- Adedokun, S. A.; Adeola, O.; Parsons, C. M.; Lilburn, M. S.; Applegate, T. J., 2008. Standardized ileal amino acid digestibility of plant feedstuffs in broiler chickens and turkey poulters using a nitrogen-free or casein diet. *Poult. Sci.*, 87 (12): 2535-2548
- Agbossamey, Y. R.; Petit, H. V.; Seoane, J. R.; St-Laurent, G. J., 1998. Performance of lambs fed either hay or silage supplemented with canola or fish meals. *Can. J. Anim. Sci.*, 78 (1): 135-141
- Aherne, F. X.; Kenelly, J. J., 1985. Oilseed meals for livestock feeding. In: Cole, D.J.A.; Haresign, W. (Eds), *Recent Dev. in Pig Nutrition*. Butterworths, Whitstable, UK, pp. 278-309
- Ahmed, A.; Zulkifli, I.; Farjam, A. S.; Abdullah, N.; Liang J. B., 2014. Extrusion enhances metabolizable energy and ileal amino acids digestibility of canola meal for broiler chickens. *Italian J. Anim. Sci.*, 13 (1): 44-47
- Akande, K. E.; Doma, U. D.; Agu, H. O.; Adamu, H. M., 2010. Major antinutrients found in plant protein sources: their effect on nutrition. *Pakistan J. Nutr.*, 9 (8): 827-832
- Alami-Durante, H.; Médale, F.; Cluzeaud, M.; Kaushik, S.J., 2010. Skeletal muscle growth dynamics and expression of related genes in white and red muscles of rainbow trout fed diets with graded levels of a mixture of plant protein sources as substitutes for fishmeal. *Aquaculture*, 303 (1-4):50-58
- Alcalde, C. R.; Grande, P. A.; Lima, L. S. de; Macedo, F. de A. F. de; Zeoula, L. M.; Paula, M. C. de, 2011. Oilseeds in feeding for growing and finishing 3/4 Boer +1/4 Saanen goat kids. *Rev. Bras. Zootec.*, 40 (8): 1753-1757
- Allan, G. L.; Booth, M. A., 2004. Effects of extrusion processing on digestibility of peas, lupins, canola meal and soybean meal in silver perch *Bidyanus bidyanus* (Mitchell) diets. *Aquacult. Res.*, 35 (10): 981-991
- Anderson, J. S.; Lall, S. P.; Anderson, D. M.; Chandrasoma, J., 1992. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in seawater. *Aquaculture*, 108 (1-2): 111-124
- Anderson, V.; Schoonmaker, J., 2004. Effect of pulse grains on performance of newly weaned steer calves. *NDSU Beef Production Field Day Proceedings* 27:6-8
- Anderson-Hafermann, J. C.; Zhang, Y.; Parsons, C.M., 1993. Effects of processing on the nutritional quality of canola meal. *Poult. Sci.*, 72 (2): 326-333
- Ashes, J. R.; Peck, N. J., 1978. A simple device for dehulling seeds and grain. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 3 (2):109-116
- Aufrère, J.; Michalet-Doreau, B., 1988. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 20: 203-218
- Aufrère, J.; Graviou, D.; Demarquilly, C.; Vérité, R.; Michalet-Doreau, B.; Chapoutot, P., 1991. Predicting in situ degradability of feed proteins in the rumen by two laboratory methods (solubility and enzymatic degradation). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 33: 97-116
- Auger, B.; Marnet, N.; Gautier, V.; Maia-Grondard, V.; Leprince, F.; Renard, M.; Guyot, S.; Nesi, N.; Routaboul, J-M., 2010. A detailed survey of seed coat flavonoids in developing seeds of *Brassica napus* L. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (10): 6246-6256
- Auldist, M. J.; Marett, L. C.; Greenwood, J. S.; Wright, M. M.; Hannah, M.; Jacobs, J. L.; Wales, W. J., 2014. Replacing wheat with canola meal in a partial mixed ration increases the milk production of cows grazing at a restricted pasture allowance in spring. *Anim. Prod. Sci.*, 54 (7): 869-878
- Baidoo, S. K.; Aherne, F. X., 1985. Canola meal for livestock and poultry. *Agric. Forest. Bull. Univ. Alberta, Edmonton Alberta*, 8 (3): 21
- Baidoo, S. K.; Aherne, F. X., 1986. Canola meal for livestock and poultry. *Poult. Abst.*, 12 (9): 2038
- Baidoo, S. K.; Aherne, F. X.; Mitaru, B. N.; Blair, R., 1987. Canola meal as a protein supplement for growing-finishing pig. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 18 (1): 37-44
- Bandegan, A.; Kiarie, E.; Payne, R. L.; Crow, G. H.; Guenter, W.; Nyachoti, C. M., 2010. Standardized ileal amino acid digestibility in dry-extruded expelled soybean meal, extruded canola seed-pea, feather meal, and poultry by-product meal for broiler chickens. *Poult. Sci.*, 89 (12): 2626-2633
- Barbour, G. W.; Sim, J. S., 1991. True metabolizable energy and true amino acid availability in canola and flax products for poultry. *Poult. Sci.*, 70 (10): 2154-2160
- Beaulieu, A. D.; Olubobokun, J. A.; Christensen, D. A., 1990. The utilization of canola and its constituents by lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 30 (3-4): 289-300
- Bedeković, D.; Pintar, J.; Janječić, Z.; Mužić, S.; Kos, I., 2014. Using rapeseed cake to improve fatty acid composition of turkey meat. *J. Agr. Sci. Tech.*, 16 (6): 1279-1287
- Bell, J. M.; Downey, R. K.; Wetter, L. R., 1967. Oil and meal from Canadian rapeseed. *Canada Department of Agriculture. Publication No. 1183*
- Bell, J. M.; Shires, A., 1982. Composition and digestibility by pigs of hull fractions from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 557-565
- Bell, J. M.; Keith, M. O., 1991. A survey of variation in the chemical composition of commercial canola meal produced in Western Canadian crushing plant. *Can. J. Anim. Sci.*, 71 (2): 469-480

- Bell, J. M., 1990. Mustard meal. In: Thacker, P. A.; Kirkwood, R. N. (Eds) Nontraditional feed sources for use in swine production. Butterworths, Stoneham, Massachusetts, pp. 265-274
- Bell, J. M., 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 73(4): 689-697
- Benoit, R. ; Daccord, A., 1948. Le lapin. Elevage, races, maladies. Librairie Payot Ed., Lausanne, 204 p.
- Blair, R., 2007. Nutrition and feeding of organic pigs. Cabi Series, CABI, Wallingford, UK
- Blair, R., 2008. Nutrition and feeding of organic poultry. Cabi Series, CABI, Wallingford, UK
- Blair, R., 2011. Nutrition and feeding of organic cattle. CAB Books, CABI
- Brito, A. F. ; Broderick, G. A. ; Reynal, S. M., 2007. Effects of different protein supplements on omasal nutrient flow and microbial protein synthesis in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.*, 90 (4): 1828-1841
- Brito, A. F. ; Broderick, G. A., 2007. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 90 (4): 1816-1827
- Broderick, G. A.; Faciola, A. P.; Armentano, L. E., 2014. Replacing dietary soybean meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 98 (8): 5672-5687
- Burel, C. ; Boujard, T. ; Tulli, F. ; Kaushik, S. J., 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188 (3-4): 285-298
- Burel, C.; Boujard, T.; Escaffre, A. M.; Kaushik, S. J.; Boeuf, G.; Mol, K. A.; Geyten, S. van der; Kuhn, E. R., 2000. Dietary low-glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Brit. J.Nutr.*, 83 (6): 653-664
- Burel, C.; Boujard, T.; Kaushik, S.J.; Boeuf, G.; Mol, K.A.; Van der Geyten, S.; Darras, V.M.; Kühn, E.R.; Pradet-Balade, B.; Quérat, B.; Quinsac, A.; Krouti, M.; Ribailier, D., 2001. Effects of rapeseed meal-glucosinolates on thyroid metabolism and feed utilization in rainbow trout. *Gen. Comp. Endocrinol.* 124 (3): 343-358
- Cai ChunFang; Song Lin; Wang YongLing; Wu Ping; Ye Yuan-Tu; Zhang ZhenLong; Yang CaiGen, 2013. Assessment of the feasibility of including high levels of rapeseed meal and peanut meal in diets of juvenile crucian carp (*Carassius auratus gibelio* * *Cyprinus carpio*): growth, immunity, intestinal morphology, and microflora. *Aquaculture*, 410/411: 203-215
- Campbell, L. D.; Eggum, B. O.; Jacobsen, I., 1981. Biological value, amino acid availability and true metabolizable energy of low-glucosinolate rapeseed meal (canola) determined with rats and/or roosters. *Nutr. Rep. Int.*, 24 (4): 791-798
- Campbell, L. D., 1988. Canola meal as a substitute for cottonseed meal in the diet of broiler chickens. *Nutr. Rep. Int.*, 37 (2): 371-377
- Caro, T. W.; Manteroa, B. H.; Cerda, A. D., 1993. Studies of the use of agroindustrial by-products in animal feeding. 5. Productive performance of growing meat rabbits fed with different levels of tomato pomace. *Avances en Prod. Anim.*, 18: 91-97
- Carré, P. ; Citeau, M. ; Robin, G. ; Estorges, M., 2016. Hull content and chemical composition of whole seeds, hulls and germs in cultivars of rapeseed (*Brassica napus*). *OCL*, 23 (3): A302
- Carré, P, 2009. Review and evaluation major and most promising processing technologies for oil seed pretreatment and extraction. Sustoil. D2.1: Report about dehulling, the first step of oilseeds biorefining. Sustoil: Developing advanced Biorefinery schemes for integration into existing oil production/transesterification plants. WP 2: Optimisation of primary processing (e.g. oil extraction and refinery). Creol
- Casséus, L., 2009. Canola: a Canadian success story. Statistics Canada
- Castaing, J.; Bureau, J., 1994. Utilization of dehulled rapeseed meal by weaned piglets. *J. Rech. Porcine*, 26: 213-219
- CCC, 2014. Canola encyclopedia. Canola Council of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada
- CCC, 2015. Canola meal feeding guide. Feed Industry Guide, 5th edition, Canola Council of Canada
- Cetiom, 2001. Le tourteau de colza : une source de protéines équilibrée en alimentation animale. Fiche Technique, Ed. CETIOM, Thiverval-Grignon, France
- CETIOM, 2014. Récolte du colza. CETIOM, Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre
- Chandrasekharaiah, M. ; Sampath, K. T. ; Thulasi, A. ; Anandan, S., 2001. In situ protein degradability of certain feedstuffs in the rumen of cattle. *Indian J. Anim. Sci.*, 71 (3): 261-264
- Chandrasekharaiah, M. ; Sampath, K. T. ; Praveen, U. S. ; Umalatha, 2002. Evaluation of chemical composition and in vitro digestibility of certain commonly used concentrate ingredients and fodder/top feeds in ruminant rations. *Indian J. Dairy Biosci.*, 13 (2): 28-35
- Chapoutot, P. ; Ternois, F. ; Sauvart, D., 1990. Influence de l'azote des constituants pariétaux sur la dégradabilité in sacco de l'azote des aliments. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, suppl. 2, 149s-150s
- Chapoutot, P., 1998. Étude de la dégradation in situ des constituants pariétaux des aliments pour ruminants. Thèse Docteur en Sciences Agronomiques, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris (FRA), 1998/11/17.
- Chaudhry, A. S. ; Webster, A. J. F., 2001. Nutrient composition and the use of solubility to estimate degradability of food proteins in cattle. *J. Sci. Food Agric.*, 81 (11): 1077-1086
- Chibisa, G. E.; Christensen, D. A.; Mutsvangwa, T. , 2012. Effects of replacing canola meal as the major protein source with wheat dried distillers grains with solubles on ruminal function, microbial protein synthesis, omasal flow, and milk production in cows. *J. Dairy Sci.*, 95 (2): 824-841
- Chibisa, G. E. ; Christensen, D. A. ; Mutsvangwa, T., 2013. Replacing canola meal as the major protein source with wheat dried distillers' grains alters omasal fatty acid flow and milk fatty acid composition in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 93 (1): 137-147
- Chopra, S. L., 1970. Personal communication. Punjab Agricultural Univ., Ludhiana (India). Dept. of Chemistry and

- Ciurescu, G., 2009. Efficiency of soybean meal replacement by rapeseed meal and/or canola seeds in commercial layer diets. *Archiva Zootechnica*, 12 (1): 27-33
- Colin, M. ; Lebas, F., 1976. Utilization of rapeseed oil-meal, horsebeans and peas in the diets of growing rabbits. 1st World Rabbit Congress, Dijon, Communication 24, 1-4
- Collins, S. A.; Desai, A. R.; Mansfield, G. S.; Hill, J. E.; Kessel, A. G. van; Drew, M. D., 2012. The effect of increasing inclusion rates of soybean, pea and canola meals and their protein concentrates on the growth of rainbow trout: concepts in diet formulation and experimental design for ingredient evaluation. *Aquaculture*, 344/349: 90-99
- Collins, S. A.; Overland, M.; Skrede, A.; Drew, M. D., 2013. Effect of plant protein sources on growth rate in salmonids: meta-analysis of dietary inclusion of soybean, pea and canola/rapeseed meals and protein concentrates. *Aquaculture*, 400/401: 85-100
- Cottrill, B.; Smith, C.; Berry, P.; Weightman, R.; Wiseman, J.; White, G.; Temple, M. L., 2007. Opportunities and implications of using the co-products from biofuel production as feeds for livestock. ADAS-University of Nottingham, UK
- Cruz-Suarez, L. E. ; Rique-Marie, D. ; Tapia-Salazar, M. ; McCallum, I. M. ; Hickling, D., 2001. Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica* sp.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). *Aquaculture*, 196 (1-2): 87-104
- Danesh Mesgaran, M. D. ; Jahani-Azizabadi, H. ; Heravi Moussavi, A. R., 2008. Comparison of techniques to determine the ruminal and post ruminal protein disappearance of various oilseed meals. *Res. J. Biol. Sci.*, 3 (9): 1028-1033
- Daun, J. K.; D. Adolphe, D., 1997. A revision to the canola definition. *GCIRC Bull.* July, 1997: 134-141
- de Blas, C.; Mateos, G. G.; Garcia-Rebollar, P., 2010. Tablas FEDNA sz composition y valor nutritivo de laimentos para la fabrication de piensos comuestos (3ª edicion). Fundacion para el Desarrollo de la Nutricion Animal, Madrid, 502 p
- de Blas, C. ; Mateos, G. G., 2010. Feed formulation. In: Nutrition of the rabbit - 2nd edition. de Blas, C.; Wiseman, J. (Eds). CAB International, UK
- De Francesco, M.; Parisi, G.; Médale, F.; Lupi, P.; Kaushik, S.J.; Poli, B.M., 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 236 (1-4): 413-429
- de Lange, C. F. M. ; Gabert, V. M. ; Gillis, D. J. ; Patience, F., 1998. Digestible energy contents and apparent ileal amino acid digestibilities in regular or partial mechanically dehulled canola meal samples fed to growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 78 (4): 641-648
- Doranalli, K. ; Helmbrecht, A. ; Payne, R. L., 2013. Effect of heat treatment of rapeseed meal on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Aust. Poult. Sci. Symp.* 2013, 163-166
- Doré, C. ; Varoquaux, F., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae, 840 p.
- Drew, M. D.; Raczy, V. J.; Gauthier, R.; Thiessen, D. L., 2005. Effect of adding protease to coextruded flax:pea or canola:pea products on nutritional digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 119 (117-128)
- Drew, M. D. ; Borgeson, T. L. ; Thiessen, D. L., 2007. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 138 (2): 118-136
- Duke, J. A., 1983. Handbook of Energy Crops. NewCROPS web site, Purdue University
- Eeckhout, W. ; De Paepe, M., 1994. Total phosphorus, phytate phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 47 (1-2): 19-29
- EFSA, 2009. Scientific Opinion on applications (EFSA-GMO-RX-GT73[8.1.a] and EFSAGMO- RX-GT73[8.1.b/20.1.b]) for renewal of the authorisation for continued marketing of existing (1) food and food ingredients produced from oilseed rape GT73; and of (2) feed materials, feed additives and food additives produced from oilseed rape GT73, all under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. *EFSA Journal*, 7(12):1417
- Emmert, J. L.; Baker, D. H., 1997. A chick bioassay approach for determining the bioavailable choline concentration in normal and overheated soybean meal, canola meal and peanut meal. *J. Nutr.*, 127 (5): 745-752
- ERS-USDA, 2012. Soybeans and oil crops: canola. USDA Briefing Rooms
- European Commission, 2003. Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed. *Official J. European Union*, L 268/1, 18.10.2003, 1-23
- European Community, 1976. Council Directive 76/621/EEC of 20 July 1976 relating to the fixing of the maximum level of erucic acid in oils and fats intended as such for human consumption and in foodstuffs containing added oils or fats.. *Official Journal of the European Communities* L202 : 35
- Evans, E. ; Callum, C. ; Dyck, B., 2016. Review: new findings regarding the feeding value of canola meal for dairy cow. *J. Adv. Dairy. Res.*, 4: 151
- Fan, M. Z.; Sauer, W. C.; Gabert, V. M. , 1996. Variability of apparent ileal amino acid digestibility in canola meal for growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 76 (4): 563-569
- FAO, 2014. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- FAO, 2016. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- Fekete, S.; Gippert, T., 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9: 103-108
- Fenwick, G. R., 1982. The assessment of a new protein source - Rapeseed. *Proc. Nutr. Soc.*, 41 (3): 277-288
- Flipot, P.; Dufour, J. J., 1977. Reproductive performance of gilts fed rapeseed meal cv. Tower during gestation and lactation. *Can. J. Anim. Sci.*, 57 (3): 567-571
- Foltyn, M. ; Lichovníková, M. ; Rada, V. ; Musilová, A., 2015. Apparent ileal digestibility of protein and amino acids in protein feedstuffs and trypsin activity in the small intestine

- in broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 60 (8): 375–382
- Franzoi, E. E.; Siewerdt, F. Rutz, F., 1998. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farelo de canola. *Ciência Rural*, 28 (4): 683-689
 - Frederick, B.; van Heugten, E., 2014. Palatability and flavors in swine nutrition. North Carolina State Univ. Swine Extension, Pub. ANS02-821S
 - Friedman, M., 1996. Nutritional value of protein from different food sources. *J. Agric. Food Chem.*, 44 (1): 6-29
 - Gaiotto, J. R.; Macedo-Viegas, E. M.; Fernandes, T. R., 2004. Canola meal for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), Chitralada strain. *Acta Scient. Anim. Sci.*, 26 (1): 15-19
 - Getachew, G.; Robinson, P. H.; DePeters, E. J.; Taylor, S. J., 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 111: 41-56
 - Gheisari, A.; Gayor, P., 2014. Different dietary levels of rapeseed meal effects on egg quality characteristics in indigenous breeding hens. *J. Farm Anim. Nutr. Physiol.*, 9/1 (1): 1-8
 - Glencross, B.; Hawkins, W.; Curnow, J., 2004. Nutritional assessment of Australian canola meals. 1. Evaluation of canola oil extraction method and meal processing conditions on the digestible value of canola meals fed to the red seabream (*Pagrus auratus*, Paulin). *Aquacult. Res.*, 35 (1): 15-24
 - GMO Compass, 2010. Rapeseed. GMO Food Database
 - Goh, Y. K.; Shires, A.; Robblee, A. R.; Clandinin, D. R., 1982. The effects of hydrous and anhydrous ammonia treatments on the nutritive value of low glucosinolate-type rapeseed meal (canola meal) for chicks. *Can. J. Anim. Sci.*, 62 (3): 915-918
 - Gomes, E. F.; Corraze, G.; Kaushik, S., 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 113 (4): 339-353
 - Gordon, M. B.; Thompson, E.; Gowan, T.; Mosely, D.; Small, J. A.; Barrett, D. M. W., 2012. The effects of a soybean and canola diet during pre-pubertal growth on dairy heifer fertility. *J. Dairy Sci.*, 95 (e-suppl. 1): 800
 - Grageola, F.; Landero, J. L.; Beltranena, E.; Cervantes, M.; Araiza, A.; Zijlstra, R. T., 2013. Energy and amino acid digestibility of expellerpressed canola meal and coldpressed canola cake in ileal cannulated finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 186 (1-3):
 - Grala, W.; Verstegen, M. W. A.; Jansman, A. J. M.; Huisman, J.; Wasilewko, J., 1998. Nitrogen utilization in pigs fed diets with soybean and rapeseed products leading to different ileal endogenous nitrogen losses. *J. Anim. Sci.*, 76 (2): 569-577
 - Green, S.; Kiener, T., 1989. Digestibilities of nitrogen and amino acids in soya-bean, sunflower, meat and rapeseed meals measured with pigs and poultry. *Anim. Prod.*, 48 (48): 157-179
 - Guroy, D.; Guroy, B.; Merrifield, D. L.; Tekinay, A. A.; Davies, S. J.; Sahin, I., 2012. Effects of fish oil and partial fish meal substitution with oilseed oils and meals on growth performance, nutrient utilization and health of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquacult. Int.*, 20 (3): 481-497
 - Hajen, W. E.; Higgs, D. A.; Beames, R. M.; Dosanjh, B. S., 1993. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. 2. Measurement of digestibility. *Aquaculture*, 112 (4): 333-348
 - Halle, I.; Schöne, F., 2013. Influence of rapeseed cake, linseed cake and hemp seed cake on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. *J. Cons. Protect. Food Safety (J. Verbr. Lebensm.)*, 8 (3): 185-193
 - He, M. L.; Gibb, D.; McKinnon, J. J.; McAllister, T. A., 2013. Effect of high dietary levels of canola meal on growth performance, carcass quality and meat fatty acid profiles of feedlot cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 93 (2): 269-280
 - Hernandez, A. J.; Roman, D.; Hooft, J.; Cofre, C.; Cepeda, V.; Vidal, R., 2013. Growth performance and expression of immune-regulatory genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed extruded diets with varying levels of lupin (*Lupinus albus*), peas (*Pisum sativum*) and rapeseed (*Brassica napus*). *Aquacult. Nutr.*, 19 (3): 321-332
 - Hertrampf, J. W.; Piedad-Pascual, F., 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, 624 pp.
 - Hicling, D., 2008. Maximized utilization of canola co-products in the livestock industry. Proc. 29th Western Nutrition Conference, Sept. 23 – 24, 2008 Edmonton, 3-12
 - Higgs, D. A.; Dosanjh, B. S.; Little, M.; Roy, R. J. J.; McBride, J. R., 1989. Potential for including canola products (meat and oil) in diets for *Oreochromis mossambicus* x *O. aureus* hybrids. Proceedings of the Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, Toba (Japan), 28 August to 1st September, 1989: 301-314
 - Hilton, J. W.; Slinger, S. J., 1986. Digestibility and utilization of canola meal in practical-type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43 (6): 1149-1155
 - Hristov, A. N.; Domitrovich, C.; Wachter, A.; Cassidy, T.; Lee, C.; Shingfield, K. J.; Kairenius, P.; Davis, J.; Brown, J., 2011. Effect of replacing solvent-extracted canola meal with high-oil traditional canola, high-oleic acid canola, or high-erucic acid rapeseed meals on rumen fermentation, digestibility, milk production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 94 (8): 4057-4074
 - Huang, K. H.; Li, X.; Ravindran, V.; Bryden, W. L., 2006. Comparison of apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients measured with broilers, layers, and roosters. *Poult. Sci.*, 85 (4): 625–634
 - Huang, K. H.; Ravindran, V.; Li, X.; Ravindran, G.; Bryden, W. L., 2007. Apparent ileal digestibility of amino acids in feed ingredients determined with broilers and layers. *J. Sci. Food Agric.*, 87 (1): 47-53
 - Huhtanen, P.; Hetta, M.; Swensson, 2011. Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis. *Can. J. Anim. Sci.*, 91 (4): 529-543
 - Huynh, H. P. V.; Nuggetoda, D., 2011. Effects of dietary supplements on growth performance and phosphorus waste

- production of Australian catfish, *Tandanus tandanus*, fed with diets containing canola meal as fishmeal replacement. *J. Aquacult. Res. Dev.*, 2 (4): 117
- Hy-Line International, 2010. Feeding rapeseed meal or canola meal to Hy-Line brown hens. <http://www.hylina.com/redbook/Nutrition/Canola.pdf>
 - Jensen, N. E.; Tuxen, T., 1979. The rabbit research station 1978: progeny tests; feeding trials; housing. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 484
 - Jensen, N. E.; Rasmussen, B., 1983. The rabbit test station 1982: progeny tests, feeding experiments, quality of meat [treated straw, ammonia, sodium hydroxide, rapeseed meal]. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 545
 - Johansson, B. ; Nadeau, E., 2006. Performance of dairy cows fed an entirely organic diet containing cold-pressed rapeseed cake. *Acta Agric. Scand. Section A*, 56: 128-136
 - Jones, R. A.; Mustafa, A. F.; Christensen, D. A.; McKinnon, J. J., 2001. Effects of untreated and heat-treated canola presscake on milk yield and composition of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 89 (1-2): 97-111
 - Jost, M., 1996. Rapeseed meal and rapeseed cake can also be used for rearing pigs. *Agrarforschung*, 3 (5): 219-222
 - Kamalak, A. ; Canbolat, O. ; Gurbuz, Y. ; Ozay, O., 2005. In situ ruminal dry matter and crude protein degradability of plant- and animal-derived protein sources in Southern Turkey. *Small Rumin. Res.*, 58 (2): 135-141
 - Kasprzak, M. M.; Houdijk, J. G. M.; Olukosi, O. A.; Appleyard, H.; Kightley, S. P. J.; Carre, P.; Wiseman, J., 2017. The influence of oil extraction process of different rapeseed varieties on the ileal digestibility of crude protein and amino acids in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 227: 68-74
 - Kendall, E. M. ; Ingalls, J. R. ; Boila, R. J., 1991. Variability in the rumen degradability and postruminal digestion of the dry matter, nitrogen and amino acids of Canola meal. *Can. J. Anim. Sci.*, 739-754
 - Khajali, F.; Slominski, B. A., 2012. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. *Poult. Sci.*, 91 (10): 2564-2575
 - King, R. H.; Eason, P. E.; Kerton, D. K.; Dunshea, F. R. , 2001. Evaluation of solvent-extracted canola meal for growing pigs and lactating sows. *Aust. J. Agric. Res.*, 52 (10): 1033-1041
 - Kitagima, R. E.; Fracalossi, D. M., 2011. Digestibility of alternative protein-rich feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. World Aquacult. Soc.*, 42 (3): 306-312
 - Kong, C. ; Adeola, O., 2016. Determination of ileal digestible and apparent metabolizable energy contents of expeller-extracted and solvent-extracted canola meals for broiler chickens by the regression method. *SpringerPlus*, 5: 693
 - Konishi, C. ; Matsui, T. ; Park, W. ; Yano, H. ; Yano, F., 1999. Heat treatment of soybean meal and rapeseed meal suppresses rumen degradation of phytate phosphorus in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 80 (2): 115-122
 - Kozłowski, K.; Jeroch, H., 2014. Enhancing the nutritional value of poultry feedstuffs using the example of rapeseed products - A review. *Ann. Anim. Sci.*, 14 (2): 245-256
 - Kozłowski, K. ; Helmbrecht, A. ; Lemme, A. ; Jankowski, J. ; Jeroch, H., 2011. Standardized ileal digestibility of amino acids from high-protein feedstuffs for growing turkeys - a preliminary study. *Arch. Geflügelk.*, 75 (3): 185-190
 - Kramer, J. K. ; Farnworth, E. R. ; Johnston, K. M. ; Woly-netz, M. S. ; Modler, H. W. ; Sauer, F. D., 1990. Myocardial changes in newborn piglets fed sow milk or milk replacer diets containing different levels of erucic acid. *Lipids*, 25 (11): 729-737
 - Laarveld, B. ; Christensen, D. A. ; Brockman, R. P., 1981. The effects of Tower and Midas rapeseed meals on milk production and concentrations of goitrogens and iodide in milk. *Can. J. Anim. Sci.*, 61 (1): 131-139
 - Landero, J. L.; Beltranena, E.; Cervantes, M.; Araiza, A. B.; Zijlstra, R. T., 2012. The effect of feeding expeller pressed canola meal on growth performance and diet nutrient digestibility in weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 171 (2-4): 240-245
 - Larmond, E.; Salmon, R. E.; Klein, K. K., 1983. Effect of canola meal on the sensory quality of turkey meat. *Poult. Sci.*, 62 (2): 397-400
 - Leatherland, J. F.; Hilton, J. W., 1988. Thyroidal compensation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed canola meal. *Fish Physiol. Biochem.* 5 (: 199-207
 - Lebas, F. ; Colin, M., 1977. Rapeseed oilmeal in feeds for growing rabbits. Effect of husking. *Ann. Zootech.*, 26 (1): 93-97
 - Lebas, F.; Baudet, J. J., 1982. Intérêt du dépelliculage du tourteau de colza pour la lapine reproductrice. 3e Journées Rech. Cunicole en France, 1 (2): 1-10
 - Lebas, F.; Duperray, J., 2013. Utilisation des matières premières et techniques d'alimentation. Journée d'étude ASFC. Les apports du 10ème congrès mondial de cuniculture : «Sharm El-Sheikh - Ombres & Lumières» 19 Février 2013, Nantes
 - Lebas, F., 1978. Le tourteau de colza, source de protéines pour les lapines reproductrices. 2e Journées Rech. Cunicole en France, 1 : communication 12, 12.1-12.4
 - Lebas, F., 1983. Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. *Cuni Sci.*, 1 (1): 16-27
 - Lebas, F., 2003. Chapitre 32 : Besoins vitaminiques du lapin. In: Bourgeois, C., Les vitamines dans les industries agro-alimentaires, Editions Tec & Doc Paris: 593-595
 - Leeson, S.; Atteh, J. O.; Summers, J. D., 1987. The replacement value of canola meal for soybean meal in poultry diets. *Can. J. Anim. Sci.*, 67(1): 151-158
 - Lei, T. ; Guo, Y. ; Wang, Y. ; Ning, D. ; Luo, X., 2014. Effects of pectinase in meal type diets on ileal amino acid digestibility and metabolizable energy of broilers. *Chinese J. Anim. Nutr.*, 26 (2): 453-465
 - Leming, R.; Lember, A., 2005. Chemical composition of expeller-extracted and cold-pressed rapeseed cake. *Agrar-teadus*, 16 (2): 96-103
 - Lewis, A. J. ; Southern, L. L., 2001. Swine nutrition. 2nd edition - CRC Press
 - Li, M. H.; Oberle, D. F.; Lucas, P. M., 2013. Apparent digestibility of alternative plant-protein feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Aquacult. Res.*,

44 (2): 282-288

- Lim, C.; Beames, R. M.; Eales, J. G.; Prendergast, A. F.; McLeese, J. M.; Shearer, K. D.; Higgs, D. A., 1997. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquacult. Nutr.*, 3 (4): 269-279
- Lipsa, F. D.; Snowdon, R.; Friedt, W., 2012. Quantitative genetic analysis of condensed tannins in oilseed rape meal. *Euphytica*, 184 (2): 195-205
- Little, K. L.; Bohrer, B. M.; Maison, T.; Liu, Y.; Stein, H. H.; Boler, D. D., 2015. Effects of feeding canola meal from highprotein or conventional varieties of canola seeds on growth performance, carcass characteristics, and cutability of pigs. *J. Anim. Sci.*, 93 (3): 1284-1297
- Luo Zhi; Liu CaiXia; Wen Hua, 2012. Effect of dietary fish meal replacement by canola meal on growth performance and hepatic intermediary metabolism of genetically improved farmed tilapia strain of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, reared in fresh water. *J. World Aquacult. Soc.*, 43 (5): 670-678
- Maertens, L.; De Groote, G., 1984. Digestibility and digestible energy content of a number of feedstuffs for rabbits. *Proc. 3rd World Rabbit Congress, Rome*, 1: 244-251
- Mahbuba Bulbul, M.; Kader, M. A.; Koshio, S.; Ishikawa, M.; Yokoyama, S., 2012. Effect of replacing fishmeal with canola meal on growth and nutrient utilization in kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus*. *Aquacult. Res.*, 45 (5): 848-858
- Mahbuba Bulbul; Md. Abdul Kader; Mohd. Azmi Ambak; Md. Sakhawat Hossain; Ishikawa, M.; Koshio, S., 2015. Effects of crystalline amino acids, phytase and fish soluble supplements in improving nutritive values of high plant protein based diets for kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*, 438: 98-104
- Mahbuba Bulbul; Md. Abdul Kader; Md. Asaduzzaman; Mohd. Azmi Ambak; Ahmed Jalal, K. C.; Md. Sakhawat Hossain; Manabu Ishikawa; Koshio, S., 2016. Can canola meal and soybean meal be used as major dietary protein sources for kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*?. *Aquaculture*, 452 (1): 194-199
- Malau-Aduli, A. E. O.; Sykes, J. M.; Bignell, W. C., 2009. Influence of lupins and canola supplements on plasma amino acids, wool fibre diameter and liveweight in genetically divergent first cross Merino lambs. *Proc. World Congress on Fats and Oils*
- Mandiki, S. N. M.; Bister, J. L.; Derycke, G.; Wathélet, J. P.; Mabon, N.; Marlier, M.; Paquay, R., 1999. Optimal level of rapeseed meal in diets of lambs. *Proc. 10th Inter. Rapeseed Congress, Canberra, Australia*, 1999
- Martineau, R.; Ouellet, D. R.; Lapierre, H., 2013. Feeding canola meal to dairy cows: A meta-analysis on lactational responses. *J. Dairy Sci.*, 96 (3): 1701-1714
- Martineau, R.; Ouellet, D. R.; Lapierre, H., 2014. The effect of feeding canola meal on concentrations of plasma amino acids. *J. Dairy Sci.*, 97 (3): 1603-1610
- Maxin, G.; Ouellet, D. R.; Lapierre, H., 2013. Effect of substitution of soybean meal by canola meal or distillers' grains in dairy rations on amino acid and glucose availability. *J. Dairy Sci.*, 96 (1): 7806-7807
- Mazurkiewicz, J.; Przybyl, A.; Czyzak-Runowska, G.; Lyczynski, A., 2011. Cold-pressed rapeseed cake as a component of the diet of common carp (*Cyprinus carpio* L.): effects on growth, nutrient utilization, body composition and meat quality. *Aquacult. Nutr.*, 17 (4): 387-394
- McCurdy, S. M.; March, B. E., 1992. Processing of canola meal for incorporation in trout and salmon diets. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69 (3): 213-220
- Mejicanos, G.; Sanjayan, N.; Kim, I. H.; Nyachoti, C. M., 2016. Recent advances in canola meal utilization in swine nutrition. *J. Anim. Sci. Technol.*, 58: 7
- Mesini, A., 1997. Rapeseed meal: Goodbye to antinutritional factors. *Riv. di Coniglicoltura*, 34 (1): 39
- Micek, P.; Kowalski, Z. M.; Sloniewski, K.; Tosta, A., 2012. High fat rapeseed cake as a source of energy and by-pass protein for dairy cows. *Renc. Rech. Ruminants*, 19
- Miller-Cushon, E. K.; Terré, M.; DeVries, T. J.; Bach, A., 2014. The effect of palatability of protein source on dietary selection in dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 97 (7): 4444-4454
- Moshtaghi Nia, S. A.; Ingall, J. R., 1995. Effect of heating on canola meal protein degradation in the rumen and digestion in the lower gastrointestinal tract of steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 72 (1): 83-88
- Mullan, B. P.; Pluske, J. R.; Allen, J.; Harris, D. J., 2000. Evaluation of Western Australian canola meal for growing pigs. *Aust. J. Agric. Res.*, 51 (5): 547-553
- Mulrooney, C. N.; Schingoethe, D. J.; Kalscheur, K. F.; Hippen, A. R., 2009. Canola meal replacing distillers grains with solubles for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 92 (11): 5669-5676
- Mustafa, A. F.; McKinnon, J. J.; Christensen, D. A., 1997. In situ amino acid disappearance from regular, low and high fiber canola meal. *Can. J. Anim. Sci.*, 77 (3): 533-535
- Mustafa, A. F.; Qiao, S. Y.; Thacker, P. A.; McKinnon, J. J.; Christensen, D. A., 2000. Nutritional value of an extruded spent hen-soybean meal blend for pigs and ruminants. *J. Sci. Food Agric.*, 80 (11): 1648-1654
- Mutsvangwa, T., 2014. Effect of inclusion of canola meal or wheat dried distillers grains with solubles on ruminal fermentation, omasal nutrient flow, and production performance in lactating Holstein dairy cows fed two levels of forage: concentrate. *J. Dairy Sci.*, 97 (e-suppl. 1): 808
- Mutsvangwa, T., 2014. Effects of feeding canola meal (CM) and wheat dried distillers' grains with solubles (W-DDGS) as the major protein source in low or high crude protein diets on ruminal nitrogen utilization, omasal nutrient flow and milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97 (e-suppl. 1): 825
- Naseem, M. Z.; Khan, S.H.; Yousaf, M., 2006. Effect of feeding various levels of canola meal on the performance of broiler chicks. *J. Anim. Pl. Sci.*, 16 (3-4): 78-82
- Newkirk, R. W.; Classen, H. L., 2002. The effects of toasting canola meal on body weight, feed conversion efficiency and mortality in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 81 (6): 815-825
- Newkirk, R. W.; Classen, H. L.; Scott, T. A.; Edney, M. J., 2003. The digestibility and content of amino acids in

- toasted and non-toasted canola meals. *Can. J. Anim. Sci.*, 83 (1): 131-139
- Newkirk, R., 2009. Canola meal: feed industry guide. In: Newkirk, R. (Ed.), 4th Ed., Canadian Int. Grains Inst., Canola Council, Winnipeg, Manitoba, Canada
 - Ničiforović, N. ; Abramović, H., 2014. Sinapic acid and its derivatives: natural sources and bioactivity. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 13 (1): 34–51
 - Niedzwiadek, S. ; Kawinska, J. ; Ryba, Z., 1977. Polish pellets in feeds for rabbits. *Roczniki Naukowe Zoot.*, 4, 175-182.
 - NorFor, 2016. Nordic Feed Evaluation System. Aarhus, Denmark
 - NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
 - NRC, 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press, Washington D. C., USA
 - Oil World, 2015. Oil World Annual 2015. ISTA Mielke GmbH, Hamburg
 - Ørskov, E. R. ; Nakashima, Y. ; Abreu, J. M. F. ; Kibon, A. ; Tuah, A. K., 1992. Data on DM degradability of feedstuffs. Studies at and in association with the Rowett Research Organization, Bucksburn, Aberdeen, UK. Personal Communication
 - Oryschak, M. ; Beltranena, E., 2013. Solvent-extracted vs. expeller-pressed *B. napus* and *B. juncea* fed to layers: Effects on feed intake, egg production and physical egg quality. *Poult. Sci.*, 92 (Suppl. 1): 80
 - Parr, C. K.; Liu, Y.; Parsons, C. M.; Stein, H. H., 2015. Effects of highprotein or conventional canola meal on growth performance, organ weights, bone ash, and blood characteristics of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 93 (5): 2165-2173
 - Patterson, H. H. ; Whittier, J. C. ; Rittenhouse, L. R. ; Schutz, D. N., 1999. Performance of beef cows receiving cull beans, sunflower meal, and canola meal as protein supplements while grazing native winter range in Eastern Colorado. *J. Anim. Sci.*, 77 (3): 750-755
 - Peñuela Sierra, L. M.; Moreira, I.; Carvalho, P. L. de O.; Toledo, J. B.; Gonçalves, L. M. P.; Gallego, A. G., 2015. Canola meal on starting pigs feeding. *Ciênc. Agrár.*, 36 (6): 3977-3990
 - Perez-Maldonado, R. A., 2003. Canola meal and cottonseed meal in broiler and layer diets. *Aust. Egg Corp. Lim.*, Publication N°03/10, AECL Project No DAQ-264J
 - Petit, H. V.; Veira, M., 1994. Effect of post-weaning protein supplementation of beef steers fed grass silage on performance during the finishing phase, and carcass quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 74 (4): 699-701
 - Peyronnet, C.; Dauguet, S., 2014. Qualité des tourteaux: Colza année 2014. Terres Univia, Terres Inovia
 - Poncet, C. ; Rémond, D. ; Lepage, E. ; Doreau, M., 2003. Comment mieux valoriser les protéagineux et oléagineux en alimentation des ruminants. *Fourrages*, 174: 205-229
 - Quiniou, N.; Quinsac, A.; Crépon, K.; Evrard, J.; Peyronnet, C.; Bourdillon, A.; Royer, E.; Etienne, M., 2014. Effects of feeding 10% rapeseed meal (*Brassica napus*) during gestation and lactation over three reproductive cycles on the performance of hyperprolific sows and their litters. *Can. J. Anim. Sci.*, 92 (4): 513-524
 - Racz, V. J., 2001. Innovation and Commercialization of Saskatchewan Feedstuffs. Final Report to Canada-Saskatchewan Agri-Food Innovation Fund, October 1997 to March 31, 2001, Prairie Feed Resource Centre
 - Raj, S.T.; Fandrejowski, H.; Weremko, D.; Skiba, G.; Buraczewska, L.; Zebrowska, T.; Han, I.K. , 2000. Growth performance, body composition and protein and energy utilization of pigs fed ad libitum diets formulated according to digestible amino acid content. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 13 (6): 817-823
 - Ramesh, K. R. ; Devegowda, G. ; Khosravinia, H., 2006. Effects of enzyme addition to broiler diets containing varying levels of double-zero rapeseed meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19 (9): 1354–1360
 - Ravichandiran, S. ; Sharma, K. ; Narayan, D. ; Pattanaik, A. K. ; Chauhan, J. S. ; Agnihotri, A. ; Kumar, A., 2008. Performance of cross-bred calves on supplements containing soybean meal or rapeseed mustard cake with varying glucosinolate levels. *Indian J. Anim. Sci.*, 78 (1): 85–90
 - Ravindran, V. ; Adeola, O. ; Rodehutsord, M. ; Kluth, H. ; Kllis, J. D. van der ; Eerden, E. van ; Helmbrecht, A., 2017. Determination of ileal digestibility of amino acids in raw materials for broiler chickens – Results of collaborative studies and assay recommendations. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 225: 62-72
 - Reis, P. J.; Tunks, D. A.; Munro, S. G., 1990. Effects of the infusion of amino acids into the abomasum of sheep, with emphasis on the relative value of methionine, cysteine and homocysteine for wool growth. *J. Agric. Sci.*, 114 (1): 59-68
 - Rojo Gómez, A.; Pérez Mendoza, V. G.; Bayardo Uribe, A.; Correa Cardona, H. J.; Cuarón Ibarguengoytia, J. A, 2001. Canola meal as a protein supplement in diets for finishing pigs. *Téc. Pec. México*, 39 (3): 179-192
 - Roth-Maier, D. A.; Böhmer, B. M.; Roth, F. X., 2004. Effects of feeding canola meal and sweet lupin (*L. luteus*, *L. angustifolius*) in amino acid balanced diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Anim. Res.*, 53 (1): 21-34
 - Royer, E.; Chauvel, J.; Courboulay, V.; Granier, R.; Albar, J., 2004. Grain legumes, rapeseed meal and oil seeds for weaned piglets and growing/finishing pigs. *Proc. 55th Ann. Meet. EAAP*, Sept. 5-9, 2004., Bled, Slovenia, NCS5, Alternative protein sources
 - Royer, E.; Chauvel, J.; Courboulay, V.; Granier, R.; Albar, J., 2005. Grain legumes, rapeseed meal and oil seeds for weaned piglets and growing/finishing pigs. *Techni-Porc*, 28 (1): 13-19
 - Royer, E.; Gaudre, D.; Lebas, N.; Granier, R.; Quinsac, A. , 2011. Influence of a 15% rapeseed meal inclusion in phase 2 diets, and of the competition degree, on piglet performance. *J. Rech. Porc.* 2011, 43: 145-146
 - Salmon, R. E.; Gardiner, E. E.; Klein, K. K.; Larmond, E., 1981. Effect of canola (low glucosinolate rapeseed) meal,

- protein and nutrient density on performance, carcass grade, and meat yield, and of canola meal on sensory quality of broilers. *Poult. Sci.*, 60 (11): 2519-2528
- Salmon, R. E., 1982. Canola meal and fish meal in turkey starter diets. *Poult. Sci.*, 61 (10): 2126-2128
 - Salmon, R. E., 1984. True metabolizable energy and total and available amino acids of Candle, Altex, and Regent canola meals. *Poult. Sci.*, 63 (1): 135-138
 - Satoh, S.; Higgs, D. A.; Dosanjh, B. S.; Hardy, R. W.; Eales, J. G.; Deacon, G., 1998. Effect of extrusion processing on the nutritive value of canola meal for chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in seawater. *Aquacult. Nutr.*, 4 (2): 115-122
 - Sauviant, D.; Perez, J. M.; Tran, G., 2004. Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: 2ème édition. ISBN 2738011586, 306 p. INRA Editions Versailles
 - Scapinello, C.; Furlan, A. C.; Moreira, I.; Murakami, A. E., 1996. Use of rapeseed meal as part or total replacement of soyabean meal crude protein in diets for growing rabbits. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 25: 1102-1114
 - Schlolaut, W., 1995. The large book about rabbits. DLG Verlag, Frankfurt am Main: 396 pp. • Schöne, F.; Rudolph, B.; Kirchheim, U.; Knapp, G., 1997. Counteracting the negative effects of rapeseed and rapeseed press cake in pig diets. *Br. J. Nutr.*, 78 (6): 947-996
 - Schöne, F.; Leiterer, M.; Jahreis, G.; Rudolph, B., 1997. Effect of rapeseed feedstuffs with different glucosinolate content and the iodine administration on the gestating and lactating sow. *J. Vet. Med.*, 44 (1-10): 325-339
 - Selle, P. H.; Walker, A. R.; Bryden, W. L., 2007. Total and phytate-phosphorus contents and phytase activity of Australian-sourced feed ingredients for pigs and poultry. *Aust. J. Exp. Agric.*, 43 (5): 475-479
 - Sen, K. C., 1938. The nutritive values of Indian cattle feeds and the feeding of animals. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, Bulletin No. 25, 1-30
 - Seneviratne, R. W.; Young, M. G.; Beltranena, E.; Goonewardene, L. A.; Newkirk, R. W.; Zijlstra, R. T., 2010. The nutritional value of expeller pressed canola meal for grower finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 88 (6): 2073-2083
 - Seneviratne, R. W.; Beltranena, E.; Goonewardene, L. A.; Zijlstra, R. T., 2011. Effect of crude glycerol combined with solvent-extracted or expeller-pressed canola meal on growth performance and diet nutrient digestibility of weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 170 (1-2): 105-110
 - Shafaiepour, A.; Yavari, V.; Falahatkar, B.; Maramazi, J. G.; Gorjipour, E., 2008. Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult. Nutr.*, 14 (2): 110-119
 - Sibbald, I. R., 1977. The true metabolizable energy values for poultry of rapeseed and of the meal and oil derived therefrom. *Poult. Sci.*, 56 (5): 1652-1656
 - Siljander-Rasi, H.; Valaja, J.; Alaviuhkola, T.; Rantamaki, P.; Tupasela, T., 1996. Replacing soybean meal with heat-treated low glucosinolate rapeseed meal does not affect the performance of growing finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 60 (1-2): 1-12
 - Skiba, F.; Castaing, J.; Evrard, J.; Melcion, J. P.; Hazouard, I.; Gatel, F., 1999. Valeur alimentaire de graines et tourteaux de colza en fonction de traitements technologiques chez le porcelet en post-sevrage. *Journées Rech. Porc.*, 31: 215-221
 - Snowdon, R.; Lühs, W.; Friedt, W., 2006. Oilseed Rape : Chapter 2. In: Chittaranjan Kole (Ed.), *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, Volume 2. Oilseeds. Springer
 - Soares, C. M.; Hayashi, C.; Furuya, V. R. B.; Furuya, W. M.; Galdioli, E. M., 1998. Use of canola meal in the diet of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella* V.). *Acta Scient.*, 20 (3): 395-400
 - Spragg, J.; Mailer, R., 2007. Canola meal value chain quality improvement. Project Code: 1B-103-0506, AOF & Pork CRC
 - Summers, J. D.; Hunt, E. C.; Leeson, S., 1985. Canola meal for laying hens. *Can. J. Anim. Sci.*, 65 (4): 905-911
 - Summers, J. D.; Spratt, D.; Leeson, S., 1988. Utilization of calcium in canola meal supplemented laying diets. *Can. J. Anim. Sci.*, 68 (4): 1315-1317
 - Summers, J. D.; Bedford, M., 1994. Canola-meal and diet acid-base-balance for broilers. *Can. J. Anim. Sci.*, 74 (2): 335-339
 - Summers, J. D., 1995. Canola meal and acid-base balance. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 53 (2): 109-115
 - Swanepoel, N.; Robinson, P. H.; Erasmus, L. J., 2014. Determining the optimal ratio of canola meal and high protein dried distillers grain protein in diets of high producing Holstein dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 189: 41-53
 - Szczurek, W., 2009. Standardized ileal digestibility of amino acids from several cereal grains and protein-rich feedstuffs in broiler chickens at the age of 30 days. *J. Anim. Feed Sci.*, 18 (4): 662-676
 - Szczurek, W., 2010. Standardized ileal digestibility of amino acids in some cereals, rapeseed products and maize DDGS for broiler chickens at the age of 14 days. *J. Anim. Feed Sci.*, 19 (1): 72-80
 - Szczurek, W., 2010. Practical validation of efficacy of the standardized ileal digestible amino acid values in diet formulation for broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.*, 19 (4): 590-598
 - Tacon, A. G. J.; Metian, M.; Hasan, M. R., 2009. Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals. Sources and composition. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper, 540. FAO, Roma, Italy
 - Tan QingSong; Liu Qian; Chen XiaoXuan; Wang Min; Wu ZhiXin, 2013. Growth performance, biochemical indices and hepatopancreatic function of grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*, would be impaired by dietary rapeseed meal. *Aquaculture*, 414/415: 119-126
 - Terré, M.; Bach, A., 2014. The use of favored or unfavored ingredients in starter feeds for preweaned calves. *J. Dairy Sci.*, 97 (e-suppl. 1): 809
 - Thacker, P. A., 1990. Canola meal. In: Thacker, P. A.; Kirkwood, R. N. (Eds) *Nontraditional feed sources for use in swine production*. Butterworth Publishers, Stoneham,

Massachusetts, pp. 69–78

- Thiessen, D. L. ; Campbell, G. L. ; Adelizi, P. D., 2003. Digestibility and growth performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with pea and canola products. *Aquacult. Nutr.*, 9 (2): 67-75
- Thomas, V. M. ; Katz, R. J. ; Auld, D. A. ; Petersen, C. F. ; Sauter, E. A. ; Steele, E. E., 1983. Nutritional value of expeller extracted rape and safflower oilseed meals for poultry. *Poult. Sci.*, 62: 882-886
- Throckmorton, J. C.; Cheeke, P. R.; Patton, N. M., 1980. Tower rapeseed meal as a protein source for weanling rabbits. *Can. J. Anim. Sci.*, 60 (4): 1027-1028
- Tibbetts, S. M. ; Milley, J. E. ; Lall, S. P., 2006. Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 261 (4): 1314-1327
- Todorov, N. ; Simeonov, M. ; Yildiz, E., 2016. Rumen degradability of dry matter and protein in four protein sources and their relationships with milk protein yield in dairy cows. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 22 (2): 278–285
- Toghyani, M. ; Rodgers, N. ; Iji, P. A. ; Swick, R. A., 2015. Standardized ileal amino acid digestibility of expeller-extracted canola meal subjected to different processing conditions for starter and grower broiler chickens. *Poult. Sci.*, 94 (5): 992-1002
- Tripathi, M. K.; Mishra, A. S., 2007. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 132 (1-2): 1-27
- Undi, M. ; Moshtaghi-Nia, S. A. ; Wittenberg, K. M. ; Ingalls, J. R., 1996. A comparative study on amino acid availability of moist heated canola meal for poultry vs. ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63 (1-4): 179-186
- USDA, 2016. Production, Supply and Distribution Online. Foreign Agricultural Service
- Vargas, M.; Urbá, R.; Enero, R.; Báez, H.; Pardo, P.; Visconti, C., 1965. Composición de alimentos chilenos de uso en ganadería y avicultura. Santiago. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigación Veterinaria.
- Villamide, M. J. ; Maertens, L. ; de Blas, J., 2010. Feed evaluation. In: de Blas, C. ; Wiseman, J. (Eds): 151-162. The nutrition of the rabbit. CAB Publishing
- Vincent, I. C. ; Hilla, R. ; Campling, R. C., 1990. A note on the use of rapeseed, sunflower and soyabean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. *Anim. Prod.*, 50 (3): 541-543
- Voris, L. E. R.; Marcy, L. F.; Thacker, E. J.; Waino, W. W., 1940. Digestible nutrients of feeding stuffs for the domestic rabbit. *J. Agric. Res.*, 61 (9): 673-683
- Wang, J.; Wu, S. G.; Zhang, H. J.; Yue, H. Y.; Xu, L.; Ji, F.; Xu, L.; Qi, G. H., 2013. Trimethylamine deposition in the egg yolk from laying hens with different FMO3 genotypes. *Poult. Sci.*, 92 (3): 746-752
- Ward, A. K.; Classen, H. L.; Buchanan, F. C., 2009. Fishy-egg tainting is recessively inherited when brown-shelled layers are fed canola meal. *Poult. Sci.*, 88 (4): 714-721
- Wickramasuriya, S. S.; Young-Joo Yi; Jae Cheol Kim; Jaehong Yoo; Nam Kyu Kang; Jung Min Heo, 2015. A review of canola meal as an alternative feed ingredient for ducks. *J. Anim. Sci. Technol.*, 57: 29
- Wickramasuriya, S. S. ; Young-Joo Yi ; Jaehong Yoo ; Nam Kyu Kang ; Jung Min Heo, 2015. A review of canola meal as an alternative feed ingredient for ducks. *J. Anim. Sci. Technol.*, 57: 29
- Wiese, S. C.; White, C. L.; Masters, D. G.; Milton, J. T. B.; Davidson, R. H., 2003. Growth and carcass characteristics of prime lambs fed diets containing urea, lupins or canola meal as a crude protein source. *Aust. J. Exp. Agric.*, 43 (10): 1193-1197
- Woods, V. B.; O'Mara, F. P.; Moloney, A. P, 2003. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals. Part I: In situ ruminal degradability of dry matter and organic matter. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 110 (1/4): 111-130
- Woyengo, T. A. ; Kiarie, E. ; Nyachoti, C. M., 2009. Energy and amino acid utilization in expeller-extracted canola meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 88 (4): 1433–1441
- Woyengo, T. A. ; Kiarie, E. ; Nyachoti, C. M., 2010. Metabolizable energy and standardized ileal digestible amino acid contents of expeller-extracted canola meal fed to broiler chicks. *Poult. Sci.*, 89 (6): 1182–1189
- Yaghobfar, A., 2013. Effects of bioassay and age on amino acid digestibility and metabolizable energy of soybean, sunflower and canola meals. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.*, 3 (2): 249-261
- Yang, W. Z.; Xu, L.; Li, C.; Beauchemin, K. A., 2013. Short communication: Effects of supplemental canola meal and various types of distillers' grains on growth performance of backgrounded steers. *Can. J. Dairy Sci.*, 93 (2): 281-286
- Yigit, N. O.; Dulluc, A.; Koca, S. B.; Didinen, B. I., 2013. Effects of canola meal use instead of soybean meal in mirror carp (*Cyprinus carpio*, L. 1758) diet on growth and body composition. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 19 (2): 140-147
- Yuan, X.; Zhou, Y.; Liang, X. F.; Guo, X.; Fang, L.; Li, J.; Liu, L.; Li, B., 2014. Effect of dietary glutathione supplementation on the biological value of rapeseed meal to juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*. *Aquacult. Nutr.*, 21 (1): 73-84
- Zhou QiCun; Yue, YiRong, 2010. Effect of replacing soybean meal with canola meal on growth, feed utilization and haematological indices of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* * *Oreochromis aureus*. *Aquacult. Res.*, 41 (7): 982-990

Rédaction : Valérie Heuzé et Gilles Tran (AFZ : Association Française de Zootechnie) - Benoît Rouillé (Institut de l'Élevage)
Conception : Marie-Catherine Leclerc (Institut de l'Élevage) - **Mise en page :** Corinne Maignet (Institut de l'Élevage)
Sources : AFZ et Feedipedia (www.feedipedia.org) - **Crédit photo :** Gilles Tran/AFZ - **Réf IE :** 0023 302 026 - Avril 2023