

LE TOURTEAU DE COLZA DANS L'ALIMENTATION ANIMALE

I. — INFLUENCE DE DIVERS PROCÉDÉS DE FABRICATION
SUR LES QUANTITÉS INGÉRÉES PAR DES BOVINS EN CROISSANCE

C. BÉRANGER et N. GRENET ⁽¹⁾

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, 63 - Saint-Genès-Champagnelle
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Nous avons mesuré l'appétibilité de trois tourteaux de colza obtenus à partir d'un même lot de graines selon des procédés industriels différents, un tourteau de lin de composition chimique voisine servant de témoin.

Les quatre tourteaux ont été distribués tels quels, à quatre lots de huit bouvillons suivant un dispositif en carré latin 4×4 , en complément d'une ration de foin de pré limitée à 8 kg par animal et par jour.

Les trois tourteaux de colza ont été moins appétibles que le tourteau de lin. Le « toastage », qui consiste en un traitement thermique en vue d'éliminer les substances volatiles telles que les sénévol, a significativement amélioré l'appétibilité du tourteau de colza. De même, des deux tourteaux « toastés », celui dont la graine avait été chauffée plus rapidement à une température plus élevée a été mieux consommé que le tourteau dont la graine n'avait subi qu'une faible élévation de température.

INTRODUCTION

Malgré une teneur moyenne de 38 p. 100 de matières azotées, le tourteau de colza est peu utilisé en France pour l'alimentation des animaux domestiques (60 000 tonnes en 1967 pour une production de 90 000 tonnes et une collecte de graines de 444 000 tonnes).

⁽¹⁾ Détaché par le Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains auprès de la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants.

Il est essentiellement utilisé par les ruminants, mais son emploi reste encore limité par son appétibilité insuffisante. Celle-ci serait due à la présence de composés soufrés volatils, les isothiocyanates également appelés sénevols ou essence de moutarde. Ces composés résulteraient d'une hydrolyse enzymatique de thioglucosides par la myrosinase, lors du broyage et du chauffage de la graine effectués avant la délipidation. Les isothiocyanates ne constituent qu'un stade intermédiaire dans le processus de dégradation des thioglucosides, certains d'entre eux (en particulier le 3-butényl-isothiocyanate) pouvant être oxydés pour former un composé cyclique non volatil, la 1,5-vinyl-2-oxazolidinéthione (PITT-RIVERS, 1950). Cette substance à pouvoir goitrigène perturbe le fonctionnement de la glande thyroïde chez les monogastriques et exerce une action dépressive sur la croissance, mais elle ne semble toutefois pas avoir d'effet sur les ruminants.

De nombreux auteurs se sont attachés à définir le mode d'action de ces composés ainsi que les moyens de les éliminer ou de limiter leur influence (cf. revue bibliographique canadienne de 1965). Ils ont en particulier montré que la composition chimique du tourteau de colza était variable, et notamment que la teneur en composés soufrés était fonction d'un certain nombre de facteurs qui sont : l'espèce (*Brassica napus* et *Brassica campestris*), les conditions climatiques et agronomiques (WETTER, 1959) et les procédés d'extraction (CLANDININ et al., 1959 ; CLANDININ, 1962 ; RUTKOWSKI et KOZLOWSKA, 1965). Or, les conclusions de ces travaux étrangers peuvent difficilement être appliquées à notre pays. En particulier les auteurs canadiens, qui sont les plus nombreux, ont étudié le tourteau obtenu à partir de l'espèce *Brassica campestris* alors que l'espèce *napus* représente 90 p. 100 de la production française de colza.

Devant la constante augmentation de la production et à la suite de l'introduction en France de nouvelles techniques industrielles, une série d'expériences a donc été entreprise (1) dans le dessein de mesurer l'appétibilité et la valeur nutritive du tourteau de coiza produit selon les procédés nouveaux, d'étudier les possibilités d'amélioration de la qualité de ce tourteau et de préciser des normes d'utilisation pour les divers types d'animaux.

Nous rapportons ici les résultats d'une première expérience dans laquelle nous avons mesuré l'appétibilité pour les bovins en croissance de trois tourteaux de colza obtenus par des procédés différents ; un tourteau de lin de composition chimique voisine et généralement bien accepté par les animaux a été utilisé comme témoin.

MÉTHODES

Principe

Dans le but de limiter au maximum l'influence des facteurs de variation autres que le procédé industriel, les tourteaux de colza ont été obtenus à partir d'un même lot de graines. Ces graines, de l'espèce *napus*, ont été récoltées dans le département du Cher et la variété *Sarepta* représentait environ 80 p. 100 du lot.

(1) Étude concertée entre le C.E.T.I.O.M. et l'I.N.R.A. : Station de Recherches avicoles du C.N.R.Z. (Jouy-en-Josas), Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants (Theix) et le Laboratoire d'Essai et d'Analyse des Aliments, 1, rue Santos Dumont (Paris XV^e).

Les trois tourteaux de colza et le tourteau de lin utilisé comme témoin ont été distribués tels quels, *ad libitum*, en complément d'une ration pauvre en azote, constituée de foin de pré distribué en quantité limitée. L'expérience a été réalisée suivant un dispositif en carré latin comportant 4 lots de 8 bouvillons et 4 périodes de 3 semaines. Les changements de régime ont été effectués sans transition, les animaux passant directement d'un tourteau à l'autre. Afin que les résultats de la première période de contrôle ne soient pas perturbés par une trop lente adaptation des animaux, les quatre lots ont reçu au cours d'une période pré-expérimentale de 3 semaines les trois tourteaux expérimentaux et un quatrième tourteau de colza d'origine différente (tourteau X du commerce), ce dernier étant ensuite remplacé par le tourteau de lin (tourteau T).

Modes de préparation des tourteaux

Les trois tourteaux de colza (tourteaux A, B, C) ont été obtenus par une pression continue (procédé « expeller ») suivie d'une extraction aux solvants. En ce qui concerne le tourteau A, la graine a été chauffée rapidement à une température élevée et pressée une seule fois assez fortement; tandis que pour le tourteau B la graine a été chauffée modérément et a subi deux pressions successives relativement faibles. Après l'extraction, les deux tourteaux A et B ont subi un traitement thermique appelé « toastage » qui consiste en un grillage et une injection de vapeur dans la masse. Cette opération a pour but d'éliminer les substances volatiles telles que les sénevoles et permet d'entraîner les dernières traces de solvants. Le tourteau C n'a pas fait l'objet d'un traitement particulier après l'extraction; le conditionnement thermique de la graine avant extraction a été sensiblement identique à celui réalisé pour le tourteau A. Au tableau 1 figure le détail des températures et des temps de passage aux différents stades de fabrication pour les trois procédés utilisés. Le tourteau de lin a été obtenu selon le même procédé que le tourteau C (pression-extraction). Les quatre tourteaux A, B, C et T contenaient respectivement en p. 100 de la matière sèche : 13,2-14,3 - 11,3 - 9,6 p. 100 de cellulose brute Weende et 39,7 - 39,6 - 41,3 - et 31,4 p. 100 de matières azotées totales.

Réalisation et mesures

Seize bouvillons de race *Salers* et seize bouvillons croisés *charolais* × *Salers* ont été également répartis en quatre lots aussi semblables que possible (poids vif moyen 454, 451, 454 et 456 kg pour un âge de 670, 670, 669 et 669 jours respectivement).

Le foin utilisé avait un coefficient d'utilisation digestive mesuré sur moutons de 56,9 p. 100 pour la matière organique et de 39,7 p. 100 pour les matières azotées avec un teneur de 7,6 p. 100 par rapport à la matière sèche.

Les animaux maintenus en stabulation entravée, ont été alimentés individuellement; les aliments ont été pesés et distribués le matin à 7 h pour les tourteaux et le soir à 16 h pour le foin. La ration de foin a été limitée à 8 kg par animal et par jour; cependant, nous avons été amenés à l'augmenter de 8 à 10 kg pendant 12 jours au cours de la période pré-expérimentale et 20 jours au cours de la première et de la seconde période en raison de la faible croissance de certains animaux. Les tourteaux ont été offerts à volonté, la quantité refusée a été maintenue à environ 15 p. 100 de la quantité distribuée. Toutefois, la quantité de tourteau de lin (tourteau T) a dû être limitée à 4 kg par jour à partir de la troisième période, certains animaux en avaient consommé des quantités excessives pouvant atteindre 7 kg par jour au cours des périodes précédentes.

RÉSULTATS

Les résultats globaux qui figurent dans le tableau 2 montrent une grande variabilité dans les quantités de tourteaux ingérées (exprimées en kg de matière sèche).

On a regroupé dans le tableau 3 les moyennes des quantités consommées de tourteaux par traitement, par lot et par période, pour les quatre périodes expérimentales. D'une part, les animaux ont consommé moins de tourteau de colza que de tourteau de lin ($P < 0,01$); d'autre part, ils ont ingéré une plus grande quantité ($P < 0,01$) de tourteaux de colza « toastés »; le tourteau A, dont la graine avait subi une forte élévation de température a été mieux consommé ($P < 0,01$) que le tourteau B dont la

TABLEAU I
Température (1) et temps de passage de la graine et du tourteau aux différents stades de fabrication pour les trois procédés

Tourteaux Stade de fabrication	A		B		C	
	Temps de passage	Température à la sortie	Temps de passage	Température à la sortie	Temps de passage	Température à la sortie
Chauffage de la graine broyée	1 ^{er} cuiseur : 26 mn 2 ^e cuiseur : 26 mn Conditionneur : 3 mn	68-70 °C 106-108 °C 110 °C	1 ^{re} cuisson : 15 mn	35-40 °C	Série de cuiseurs 20 mn	90 °C
Pression continue en presse à vis	10 mn environ		1 ^{re} pression : 5 mn 2 ^e pression : 85 mn 3 ^e pression : 5 mn	50-60 °C	5 mn environ	
Extraction aux solvants	Extracteur rotatif 2 h environ		Extracteur horizontal 2 h environ		Extracteur vertical 3 h environ	
« Toastage » ou séchage	<i>Toastage</i> 4 ^e étage : 45 mn 3 ^e étage : 45 mn 2 ^e étage : 45 mn 1 ^{er} étage : 45 mn	65 °C 92 °C 108 °C 116 °C	<i>Toastage</i> 4 ^e étage : 45 mn 3 ^e étage : 45 mn 2 ^e étage : 45 mn 1 ^{er} étage : 45 mn	62 °C 110 °C 112 °C 112 °C	Séchage sous vide partiel (quelques centimètres de Hg)	105 °C max.

(1) Les températures, mesurées à l'aide de thermomètres industriels à lames, doivent être considérées avec réserve compte tenu de la faible précision de ces instruments.

TABLEAU 2
Quantités consommées (kg de matière sèche/jour)

Périodes	Lots	Traitement	Foin	Tourteaux	Total	Par 100 kg de poids vif	Proportion de tourteau dans la ration (p. 100)	Paille *
Pré-expéri- mentale	I	C	7,26 ± 0,18	0,61 ± 0,07	7,87 ± 0,21	1,75 ± 0,09	7,7 ± 0,8	0,17
	II	X	7,30 ± 0,10	0,73 ± 0,30	8,03 ± 0,32	1,80 ± 0,11	9,0 ± 3,3	0,27
	III	A	7,25 ± 0,14	1,17 ± 0,26	8,42 ± 0,27	1,87 ± 0,09	13,9 ± 2,8	0,25
	IV	B	7,24 ± 0,16	0,92 ± 0,26	8,16 ± 0,37	1,82 ± 0,11	11,2 ± 2,6	0,31
1	I	T	6,61 ± 0,32	2,74 ± 0,30	9,35 ± 0,42	1,99 ± 0,12	29,3 ± 2,6	0,38
	II	A	6,82 ± 0,19	1,66 ± 0,58	8,48 ± 0,50	1,83 ± 0,16	19,3 ± 5,8	0,45
	III	B	7,05 ± 0,21	1,63 ± 0,41	8,68 ± 0,40	1,85 ± 0,10	18,7 ± 4,2	0,91
	IV	C	7,10 ± 0,10	1,15 ± 0,27	8,25 ± 0,34	1,78 ± 0,11	13,9 ± 2,7	0,50
2	I	B	7,90 ± 0,19	1,54 ± 0,33	9,44 ± 0,41	1,93 ± 0,14	16,2 ± 2,8	0,28
	II	C	8,01 ± 0,06	0,99 ± 0,29	9,00 ± 0,30	1,86 ± 0,11	11,0 ± 2,8	0,39
	III	T	7,60 ± 0,29	3,53 ± 0,56	11,13 ± 0,40	2,26 ± 0,13	31,6 ± 4,0	0,25
	IV	A	7,77 ± 0,16	2,07 ± 0,34	9,84 ± 0,16	2,05 ± 0,13	20,9 ± 3,0	0,35
3	I	A	6,87 ± 0	2,16 ± 0,30	9,03 ± 0,30	1,82 ± 0,10	23,8 ± 2,6	0,36
	II	B	6,87 ± 0	1,67 ± 0,43	8,54 ± 0,13	1,75 ± 0,13	19,3 ± 3,9	0,31
	III	C	6,87 ± 0	1,41 ± 0,22	8,28 ± 0,22	1,68 ± 0,08	16,9 ± 2,2	0,76
	IV	T	6,86 ± 0,03	3,19 ± 0,84	10,05 ± 0,84	2,04 ± 0,21	31,3 ± 6,3	0,44
4	I	C	6,92 ± 0	1,28 ± 0,22	8,20 ± 0,22	1,63 ± 0,09	15,6 ± 2,3	0,46
	II	T	6,92 ± 0	2,93 ± 0,23	9,85 ± 0,23	1,98 ± 0,12	29,7 ± 1,6	0,27
	III	A	6,92 ± 0	2,29 ± 0,37	9,21 ± 0,37	1,83 ± 0,10	24,7 ± 3,0	0,48
	IV	B	6,92 ± 0	1,74 ± 0,33	8,66 ± 0,33	1,74 ± 0,09	20,0 ± 3,1	0,46

* Valeurs exprimées en kg de produit brut.

graine avait été peu chauffée avant l'entrée en presse. Par ailleurs, d'une manière générale, les quantités de tourteaux ingérées au cours de la première période ont été inférieures ($P < 0,05$) à celles des trois autres périodes (tabl. 3).

TABLEAU 3

Quantités de tourteaux consommées
Valeurs moyennes par traitement, lot et période ⁽¹⁾
(kg de matière sèche/jour)

Traitement	A 2,05 (B, C)**	B 1,65 (C)**	C 1,21	T 3,10 (A, B, C)**
Lot	I 1,93 (III)*	II 1,81 (III)**	III 2,22	IV 2,04 (II)*
Période	1 1,60 (2,3 et 4)*	2 2,03	3 2,11	4 2,06

* Différence significative pour $P < 0,05$

** Différence significative pour $P < 0,01$

⁽¹⁾ A l'exclusion de la période pré-expérimentale.

Si l'on considère l'évolution des quantités de matière sèche consommées de chaque tourteau au cours des périodes successives (fig. 1), l'analyse de variance montre que l'accroissement de la consommation entre la première période et les trois autres est significatif pour les tourteaux A et T ($P < 0,01$ et $P < 0,05$ respectivement). Pour le tourteau C qui est le moins appétible, l'augmentation n'est significative qu'à partir de la troisième période. De même, à l'intérieur des périodes, c'est

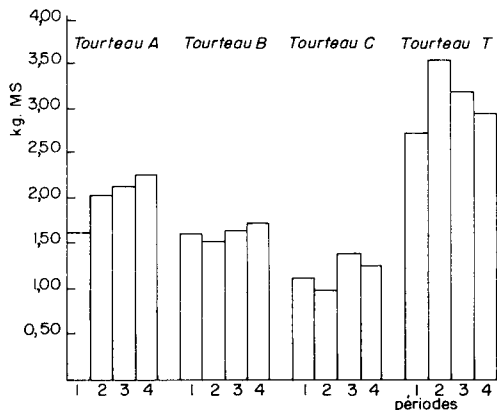


FIG. 1. — Quantités consommées de tourteaux par période (en kg de M.S.)

entre la première et la deuxième semaine que les consommations ont augmenté le plus. A la fin de la deuxième semaine, le niveau d'ingestion maximum a été pratiquement atteint, sauf pour le tourteau T.

L'observation des vitesses de consommation des tourteaux par une appréciation subjective des quantités ingérées au cours des trois premières demi-heures suivant la distribution a confirmé le classement des tourteaux suivant leur appétibilité. Le tourteau de lin a été plus rapidement consommé, puis les tourteaux de colza « toastés » A et B, enfin le tourteau C non « toasté ».

Nous avons mesuré les consommations de paille en distribuant dans les auges une quantité déterminée (2 kg) et en pesant les refus, les animaux étant alors placés sur une litière de copeaux de bois. Nous n'avons pas observé de variations des quantités consommées de paille suivant la nature du tourteau.

Les animaux ont été pesés au début et à la fin de chaque période, mais celles-ci sont trop courtes pour permettre d'apprécier la croissance avec précision; cependant, il apparaît que le gain de poids a varié dans le même sens que les quantités de tourteaux ingérées, il a été respectivement de 518, 493, 298 et 733 g/jour pour les tourteaux A, B, C et T; ces croissances sont normales compte tenu du poids des animaux et du niveau d'ingestion.

DISCUSSION

Des différences importantes d'appétibilité ont été observées entre les trois tourteaux de colza selon le procédé industriel employé, ce qui à notre connaissance, n'avait pas été mentionné jusqu'ici. Le « toastage » des tourteaux A et B en éliminant les sénevolts a permis d'accroître la quantité ingérée, de réduire le temps d'adaptation et d'augmenter la vitesse de consommation. Cette amélioration de l'appétibilité n'a toutefois pas permis d'atteindre les niveaux de consommation observés avec le tourteau de lin. Ceci confirme les résultats obtenus par BELL (1952) sur ovins et BURKITT (1951-1954) sur ovins et bovins qui avaient noté une vitesse d'ingestion plus lente ainsi qu'un temps d'adaptation beaucoup plus long chez les animaux recevant du tourteau de colza par rapport à ceux recevant du tourteau de lin. Il est possible que la totalité des sénevolts n'ait pas été éliminée ou bien qu'une autre substance, non volatile, intervienne et complète l'action des sénevolts pour rendre le tourteau moins appétible que le tourteau de lin.

De même, le traitement de la graine a eu une influence prépondérante sur l'appétibilité du tourteau. Bien que « toastés » tous les deux, les tourteaux A et B ont été consommés en quantités différentes. Ceci pourrait être dû au fait que la réaction d'hydrolyse a été plus complète lors du traitement B, la température de la graine n'ayant jamais dépassé 40°C alors que dans le traitement A, la température a atteint 110°C et a pu détruire ou inhiber la myrosinase avant que la dégradation des thioglucosides ne soit à un stade avancé. Il est également possible que les animaux aient préféré le tourteau A en raison d'une teneur en matières grasses plus élevée (4,4 p. 100 par rapport à la matière sèche), alors que le tourteau B n'en contenait que 2,2 p. 100.

En outre, il est important de savoir si l'ordre de classement reste le même lorsque ces tourteaux se trouvent associés à une céréale. Une expérience complète n'a pu

être réalisée, mais nous avons néanmoins effectué un essai sur 6 animaux en utilisant un carré latin 3×3 comportant des lots de deux animaux et des périodes de trois semaines. Les tourteaux ont été mélangés avec de l'orge en quantité égale et les aliments concentrés ainsi constitués ont été distribués à volonté en complément d'une ration de foin de pré. Il est apparu que les différences d'appétibilité entre tourteaux subsistaient et que les niveaux de consommation se classaient dans le même ordre que précédemment. Les deux aliments concentrés contenant les tourteaux « toastés » A et B ont été mieux consommés (3,92 et 3,30 kg par animal et par jour respectivement) que celui contenant le tourteau C non « toasté » (2,81 kg par animal et par jour). Toutefois, les différences de quantités de tourteaux consommées, lorsqu'ils sont mélangés à une céréale, sont plus faibles que celles notées lorsqu'ils sont distribués à l'état pur.

La relation entre les gains de poids et les quantités ingérées permet de penser que la valeur nutritive du tourteau de colza est équivalente à celle du tourteau de lin. Toutefois, JARRIGE en 1957 (résultats non publiés) avait observé que des bœufs à l'engraissement recevant un aliment concentré comportant 50 p. 100 d'orge et 50 p. 100 de tourteau de lin avaient eu un croît supérieur à celui de bœufs recevant un régime identique, mais dans lequel le tourteau de lin avait été remplacé par du tourteau de colza (1280 g/jour contre 1 110 g/jour).

Par ailleurs, il serait nécessaire de déterminer l'action du « toastage » sur la qualité des protéines. On sait en effet qu'un chauffage modéré peut favoriser l'utilisation des matières azotées chez le ruminant, comme l'ont montré WHITELOW *et al.* (1961); CHALMERS *et al.* (1964) sur le tourteau d'arachide. A l'inverse, un chauffage excessif peut réduire de façon trop importante la formation d'ammoniaque et en même temps rendre indisponibles certains acides aminés.

Il semble enfin que la proportion de tourteau de colza par rapport à la matière sèche totale de la ration puisse largement dépasser le seuil de 10 p. 100 généralement admis (WHITTING, 1965). Les consommations de tourteaux ont en effet atteint 20 et même 25 p. 100 de la matière sèche totale sans que les performances ou la santé de nos animaux en aient été affectées.

Des animaux de 300 à 450 kg sont capables d'ingérer au moins 1 kg de tourteau de colza après une dizaine de jours d'adaptation; une telle quantité permettrait ainsi aux animaux de réaliser une croissance modérée de l'ordre de 300 à 500 g par jour, dans le cas de rations hivernales comportant des fourrages pauvres en matières azotées.

Reçu pour publication en juin 1969.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à une contribution technique et financière du Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains.

SUMMARY

RAPESEED OIL-MEAL IN ANIMAL FEEDING : INFLUENCE OF DIFFERENT PROCESSING METHODS ON THE INTAKE BY GROWING STEERS

The object of this study is to compare the palatability of three types of rapeseed meal from the same lot of seeds, processed by different methods (table 1), using a linseed meal of similar chemical composition as a standard.

The four meals were offered *ad libitum* to four lots of 8 young steers in a 4×4 latin square, in supplement of a ration of meadow hay of 8 kg per animal and per day.

The three rapeseed meals were less palatable than the linseed one (table 3). The two « toasted » rapeseed meals A and B were more ingested than the « untoasted » meal C. Moreover, of the two « toasted » meals, cattle preferred meal A in which the seeds had been heated more quickly to a higher temperature than meal B in which the seeds had been only slightly heated. The percentage of meal in total dry ration was largely higher than the 10 per cent usually admitted, and did not affect the performance or the health of the animals (table 2).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELL J. M., WEIR J. A., 1952. Supplementation of alfalfa and marsh hays with linseed, rapeseed and mustard oil meals in gestation rations for ewes. *Sci. Agric.*, **32**, 496-501.
- BURKITT W. H., 1951. Apparent digestibility by lambs of grass hay supplemented with rapeseed oil meal or linseed meal. *Montana State Coll. Agric. Stat.*, Cir. **193**.
- BURKITT W. H., 1954. Rapeseed oil meal and linseed meal as protein supplements for winterings cows, calves and yearlings. *Montana Agric. Exper. Stat. Bull.* n° **499**.
- CHALMERS M. I., JAYASINGHE J. B., MARSHALL S. B., 1964. The effect of heat treatment in the processing of groundnut meal on the value of the protein, for ruminants with some additional experiments on coprah. *J. Agric. Sci.*, **63**, 283-288.
- CLANDININ D. R., 1962. The status of research on rapeseed oil meal as a feedstuff for poultry. — *XIIIth Poult. Sci. Cong., Sydney*, 259-263.
- CLANDININ D. R., RENNER R., ROBBLEE A.R., 1959. Rapeseed oil meal studies. I. Effects of variety of rapeseed, growing environment and processing temperature on the nutritive value and chemical composition of rapeseed oil meal. *Poult. Sci.*, **38**, 1367-1372.
- JARRIGE R., 1957. Résultats non publiés.
- PITT-RIVERS R., 1950. Mode of action of antithyroïd compounds. *Physiol. Rev.*, **30**, 194-203.
- Revue bibliographique Canadienne, 1956. Canada Dept. Agric. Pub., n° 1257.
- RUTKOWSKI A., KOZŁOWSKA H., 1967. *Sruta-rzepakowa*. p. 104, Ed., wydawnictwo przemysłu lekkiego : Spozywzego. Varsovie.
- WETTER L. R., GRAIG B. M., 1959. Varietal and environmental effects on rapeseed. I. Isothiocyanates and thiooxazolidone content. *Can. Plant. Sci.*, **39**, 395-399.
- WHITELAW F. G., PRESTON T. R., DAWSON G. S., 1961. The nutrition of the early weaned calf. II. A comparison of commercial groundnut meal, heat-treated groundnut meal and fish-meal as the major protein source in the diet. *Anim. Prod.*, **3**, 127-133.
- WHITTING F., 1965. Feeding value of rapeseed meal for ruminant animals. Canada Dept. Agric. Pub., n° 1257, 61-68.