

INFLUENCE D'UNE RATION RICHE EN COLZA FOURRAGER SUR L'ÉTAT SANITAIRE D'UN TROUPEAU DE VACHES LAITIÈRES

J.F. GRONGNET

avec la collaboration technique de J. LAREYNIÉ

*Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 65, rue de Saint-Brieuc,
35042 Rennes Cedex, France*

Summary

EFFECT OF FEEDING COWS WITH RAPE ON THE HEALTH OF THE ANIMALS AND THE LEVEL OF SOME BLOOD PARAMETERS. — The influence on sanitary condition, of feeding dairy cows a high level of fresh rapeseed, has been observed. No clinical disorders have been induced by this diet, compared with corn silage. Nevertheless, some blood parameters have been disturbed. Haematocrit was strongly decreased while cholesterol, glutamic oxaloacetic transaminase, alkaline phosphatase and haptoglobin were slightly increased. From the beginning of the diet, plasma and milk thiocyanate concentration exhibited an average five fold increase without this enlargement being important enough to be harmful to eventual consumers except for babies reared with milk yielded from a dairy herd fed a high level of rapeseed.

Dans l'ouest de la France, les crucifères fourragères (chou et colza) tiennent une place notable dans l'alimentation des ruminants. Elles peuvent être produites en automne ou en hiver, entre deux cultures principales, et la teneur en azote de leurs organes végétatifs est élevée. Ces deux avantages les rendent très attractives ; leur utilisation permet de réduire la consommation des tourteaux presque toujours importés.

Toutefois, leur usage sans réserve n'est pas recommandé car elles contiennent des facteurs antinutritionnels anémiant (Giovanni, 1977) ou antithyroïdiens (Giovanni, 1978). L'agent principal de l'anémie est la S-méthyl cystéine sulfoxide (SMCO) comme l'ont montré Smith *et al.* (1974) alors que l'activité antithyroïdienne est due aux thiocyanates (Rudert et Oliver, 1976 ; Bourdoux

et al., 1978), aux isothiocyanates (Langer et Stolc, 1965) et à la vinylthiooxazolidone (VTO) ou goitrine (Faiman *et al.*, 1967).

Le but de cet essai a été d'étudier l'influence d'un régime à base de colza fourrager sur l'état sanitaire d'un troupeau de vaches laitières car les troubles attribués aux régimes riches en chou (Grant *et al.*, 1968 ; Greenhalgh *et al.*, 1967 ; Pelletier et Martin, 1973) ne peuvent être extrapolés aux régimes riches en colza, en raison de la moindre concentration de cette dernière espèce en facteurs antinutritionnels (Whittle *et al.*, 1976).

En plus d'une grande attention apportée à la détection des troubles apparents, on a tenté de mettre en évidence les éventuels déséquilibres physiologiques occasionnés par le colza, grâce à

la détermination de quelques paramètres sanguins :

— l'hématocrite qui est un indicateur simple de l'anémie provoquée par les crucifères (Pelletier et Martin, 1973) ;

— le cholestérol dont la concentration est susceptible de croître en cas d'hypothyroïdie (Lissitzky, 1978) ;

— la transaminase glutamate-oxaloacétate (GO) et les phosphatases alcalines pour lesquelles Ross (1967) et Healy (1971) ont respectivement montré que des lésions hépatiques pouvaient entraîner l'augmentation de leur concentration sans toutefois que ces accroissements soient spécifiques de tels troubles ;

— l'haptoglobine qui devient plus abondante dans le plasma, en cas d'infection, d'inflammation de l'organisme ou de traumatisme avec délabrement tissulaire (Jayle et Dormann, 1962).

Le thiocyanate, pour sa part, a été dosé dans le plasma et le lait afin d'examiner si l'enrichissement de ce dernier en ce facteur antinutritionnel était suffisant pour remettre en cause ses qualités alimentaires.

Matériel et Méthodes

1. — Animaux

Parmi les 52 vaches Frisonnes et Frisonnes × Holstein du troupeau laitier de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 38 ont été choisies afin de constituer deux lots de même effectif aux caractéristiques zootechniques voisines (numéro de lactation, stade de lactation, production laitière journalière, tabl. 1). Les animaux ont été maintenus en stabulation libre sur aire paillée.

Tableau 1. — Caractéristiques zootechniques des lots au début de l'expérience.

	Lot	
	Colza	Témoin
Nombre de vaches	19	19
Numéro de lactation	3,3 ± 2,2 ^a	3,1 ± 1,8
Stade de lactation (jours après vêlage)	151 ± 15	156 ± 21
Production laitière (kg/j)	14,9 ± 2,5	15,0 ± 2,4

a : moyenne ± écart-type

2. — Régimes alimentaires (tabl. 2)

Les animaux du premier lot (lot témoin) ont continué de recevoir la ration d'ensilage de maïs avec laquelle ils étaient nourris jusqu'alors, ceux du second lot (lot colza) étant passés en cinq jours, de la même ration de base à un régime riche en colza (variété Kentan). Le poids d'ensilage de maïs distribué à l'auge a été apprécié chaque jour par estimation volumétrique. Les aliments concentrés ont également été distribués à l'auge, mais après contention des animaux et les quantités allouées à chaque animal ont été calculées en fonction de ses performances. Les quantités de colza consommées et refusées ont été déterminées par la mesure de la surface pâturée et la pesée hebdomadaire de trois échantillons récoltés chacun sur 1 m² de culture. Le pâturage a débuté onze semaines après le semis ; la durée totale de la période de distribution du colza a été de neuf semaines. Seul le lot témoin a reçu un complément minéral car pour le lot colza les apports en calcium et en phosphore de la ration de base étaient suffisants pour satisfaire les besoins. En revanche, des pierres à lécher riches en oligo-éléments et identiques pour les deux lots sont toujours restées à la disposition des animaux.

Les mesures se rapportant à l'alimentation sont restées grossières. Elles n'ont pas permis de mesurer, même approximativement, la valeur alimentaire du colza pâturé. Seul l'état sanitaire du troupeau a fait l'objet d'observations approfondies.

3. — Prélèvements et Mesures

La production laitière a été mesurée à chaque traite et le taux butyreux chaque mois.

Les prélèvements sanguins ont été effectués par ponction d'une veine jugulaire externe. Le sang, recueilli dans un tube hépariné était aussitôt centrifugé et le plasma conservé à -23 °C jusqu'aux analyses. Les prélèvements ont eu lieu à la mise en lots puis trois, cinq et neuf semaines après mais celui pratiqué à trois semaines n'a pu donner lieu qu'à la détermination de l'hématocrite en raison d'erreurs de manipulation.

Les échantillons de lait ont été recueillis :
— quotidiennement sur le mélange des laits produits par les animaux de chaque lot ;
— pour chaque vache, le trentième jour suivant le début de la distribution du colza.

L'hématocrite a été mesuré à l'aide d'une microcentrifugeuse (15 250 g ; 2,5 min).

Tableau 2. — Composition des régimes utilisés (environ)

	Lot	
	colza	témoin
<i>Ration de base</i>		
Ensilage de maïs		
à 30 % de matière sèche (kg MS)	6,0	11,0
Tourteau de soja à 50 % de matières azotées totales (kg)	...	1,4
Colza pâturé		
à environ 11 % de MS (kg MS)	6,2	...
Complément minéral		
à environ 9 % de P et 17 % de Ca (g)	...	300
<i>Production laitière</i>		
assurée par la ration de base (kg)	12,9	12,6
<i>Aliment concentré du commerce</i>		
à 125 g de PDI/UFL	0,45 kg par kg de lait en excès de la production assurée par la ration de base	

Le cholestérol a été dosé par la méthode de Huang *et al.* (1961), la transaminase GO par celle de Henry *et al.* (1960), les phosphatases alcalines par la méthode de Bessey *et al.* (1946), l'haptoglobine selon Connell et Smithies (1959) et le thiocyanate selon Bowler (1944).

témoin. Pour le lot colza, ce paramètre est demeuré stable.

Dans les conditions de l'expérience, le remplacement du tourteau de soja et d'une partie de l'ensilage de maïs par du colza n'a donc eu aucun effet sur les performances des animaux.

Résultats et Discussion

Etat général et performances du troupeau

Pendant toute la durée de l'expérience, l'état sanitaire des animaux s'est toujours montré très satisfaisant. Il n'a été enregistré aucun début de mammite clinique, aucune chute brutale, même fugace, de la production laitière, aucune perte d'appétit apparente. Aucune manifestation de l'hémoglobinurie qui accompagne souvent l'anémie hémolytique provoquée par les crucifères, dans les cas les plus sévères, n'a pu être décelée.

Pour l'ensemble de la période observée, la persistance de la production laitière (production laitière après neuf semaines/production laitière au début de l'expérience, tabl. 3) du lot témoin ($0,77 \pm 0,12$) a été inférieure à celle du lot colza ($0,88 \pm 0,18$) mais cette différence n'est pas significative. Les taux butyreux, malencontreusement différents en début d'expérimentation, se sont rapprochés ultérieurement grâce au retour à une valeur plus habituelle chez les vaches du lot

Paramètres sanguins

1. Hématocrite (tabl. 3)

L'hématocrite des animaux du lot colza a diminué ($P < 0,01$) et est devenu inférieur ($P < 0,01$) à celui des vaches du lot témoin, entre le début de l'essai et la troisième semaine. Ce résultat est en accord avec les auteurs qui ont étudié les régimes riches en choux fourragers (Grant *et al.*, 1968 ; Greenhalgh *et al.*, 1969 ; Pelletier et Martin, 1973). Néanmoins, l'amplitude de la chute enregistrée ($- 5$ points) est plus faible que celle observée par ces auteurs (jusqu'à $- 15$ points). Cela est probablement dû au fait que la teneur en SMCO est moins forte dans le colza que dans le chou (Whittle *et al.*, 1976). La valeur de l'hématocrite des vaches du lot colza est redevenue normale à l'issue de la cinquième semaine, malgré la permanence de la distribution du colza. De telles phases de récupération, opérées grâce à une hématopoïèse accrue, ont déjà été décrites (Greenhalgh, 1969).

2. Cholestérol (tabl. 3)

Les valeurs obtenues (de $1,47 \pm 0,20$ g/l à

Tableau 3. — Evolution des performances et des paramètres sanguins

	Délai après le début de l'essai (semaines)			
	0	3	5	9
<i>Production laitière</i> (kg/j)				
Lot colza	14,9 ± 2,5 ^Z	14,2 ± 3,1	14,1 ± 2,6	13,0 ± 2,5
Lot témoin	15,0 ± 2,4	13,6 ± 3,1	12,4 ± 2,9	11,7 ± 2,8
<i>Taux butyreux</i> (%)				
Lot colza	41,2 ± 3,8 A	...	42,2 ± 5,0	40,5 ± 3,2
Lot témoin	35,9 ± 5,8 A	...	38,6 ± 4,7	39,8 ± 6,0
<i>Hématocrite</i> (%)				
Lot colza	33,4 ± 3,2	28,7 ± 3,8 ABCD	31,0 ± 3,8 C	31,3 ± 3,3 D
Lot témoin	33,0 ± 2,3	32,5 ± 2,5 B	32,4 ± 2,3	31,7 ± 2,8
<i>Cholestérol</i> (g/l)				
Lot colza	1,69 ± 0,34 a	...	1,74 ± 0,34 B	1,84 ± 0,23 a
Lot témoin	1,64 ± 0,18	...	1,47 ± 0,20 B	1,75 ± 0,27
<i>Transaminase GO</i> (U/l)				
Lot colza	75,1 ± 10,4 A	...	121,3 ± 67,6 ABC	90,2 ± 12,5 CD
Lot témoin	77,0 ± 9,6	...	77,7 ± 11,9 B	80,2 ± 10,5 D
<i>Phosphatases alcalines</i> (U/l)				
Lot colza	37 ± 30 A	...	48 ± 23 b	56 ± 22 AC
Lot témoin	34 ± 14 A	...	36 ± 13 b	38 ± 12 C
<i>Haptoglobine</i> (µM/l)				
Lot colza	6,0 ± 1,1	...	7,3 ± 2,4	8,1 ± 3,4
Lot témoin	5,8 ± 0,7	...	5,3 ± 0,9	5,1 ± 0,8
<i>Thiocyanate</i> (mg/l)				
Lot colza	2,87 ± 0,65	4,35 ± 1,48
Lot témoin	0,65 ± 0,35	0,93 ± 0,24

z : moyenne ± écart-type. Les valeurs affectées d'une même lettre sont significativement différentes : lettres majuscules, P < 0,01 ; lettres minuscules, P < 0,05

1,84 ± 0,23 g/l suivant le lot et le prélèvement) sont restées voisines de l'intervalle 1,3 à 1,6 g/l défini par Michel (communication personnelle) comme normal pour des vaches bien alimentées. Sans contredire ce dernier résultat, il faut souligner la très grande amplitude de variation des valeurs relevées par différents auteurs chez les bovins adultes apparemment en bonne santé : environ 1,15 g/l pour Bide *et al.* (1973) et Goswami *et al.* (1971), de 1 à 1,5 g/l pour Köppel (1969) et même 4,74 g/l pour Georgie *et al.* (1973) dans des conditions diverses. Ces faits limitent la confiance que l'on peut accorder aux augmentations faibles mais significatives obtenues, pour le lot colza, entre la mise en lots et neuf semaines après ou entre les deux lots, à l'issue de la cinquième semaine d'essai. Elles peuvent quand même évoquer une hypothyroïdie dont l'action

hypercholestérolémiant est bien connue (Lisitzky, 1978). A partir de ces résultats, il y a lieu d'être prudent pour conclure à une hypothyroïdie et le dosage du cholestérol ne peut suppléer à la détermination du taux des hormones thyroïdiennes circulantes qui n'a pu être envisagée lors de ce travail.

3. Transaminase GO et phosphatases alcalines (tabl. 3)

En ce qui concerne ces enzymes, la grande influence des conditions physiologiques sur leur concentration (Guskiewicz, 1974 ; Fraering *et al.*, 1978) ainsi que les multiples méthodes de dosage résultant en d'aussi nombreuses unités (Harvey et Obeid, 1974), rendent très difficile la confrontation des résultats obtenus avec les travaux effectués par d'autres auteurs. Chez les vaches

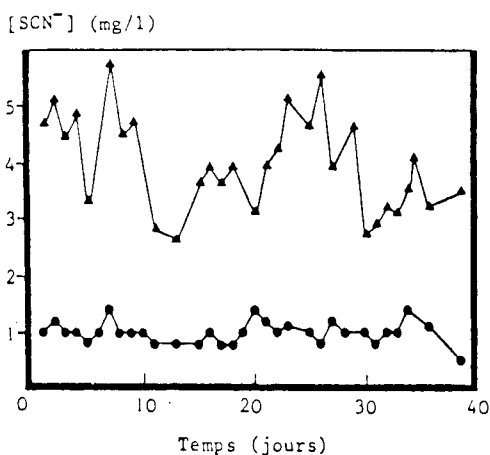


Fig. 1. — Influence de la distribution quotidienne d'une ration de base riche en colza fourrager sur l'évolution de la teneur en thiocyanate (SCN⁻) du lait écrémé d'un troupeau de vaches laitières.

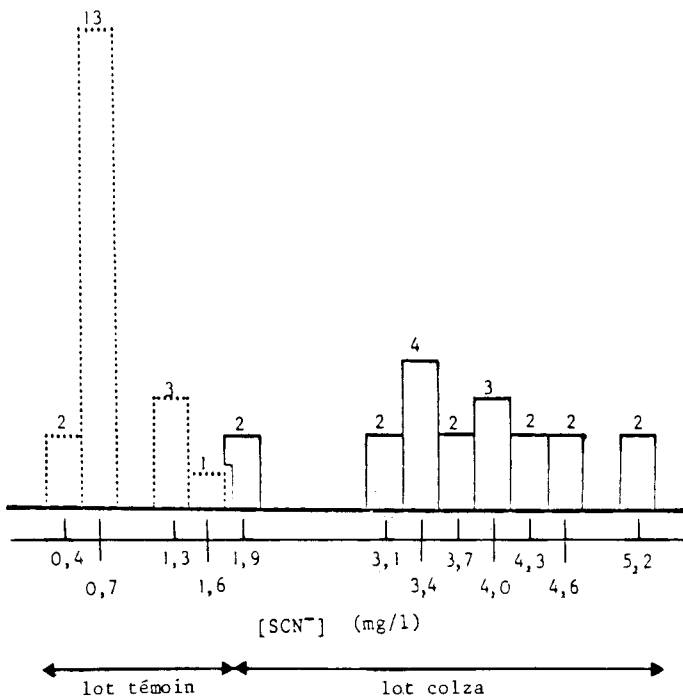


Fig. 2. — Influence de la distribution quotidienne d'une ration riche en colza fourrager sur la teneur en thiocyanate (SCN⁻) du lait écrémé de vaches laitières : histogramme de la répartition des valeurs, 30 jours après le début de l'expérience.

du lot colza, des augmentations pour les deux enzymes apparaissent, sans toutefois de corrélation entre elles. Une altération subclinique du tissu hépatique pourrait en être la cause mais, si la faible ampleur des augmentations enregistrées ne permet pas d'établir de façon certaine la toxicité du colza vis-à-vis du foie, la conclusion inverse ne doit pas pour autant être retenue.

4. Haptoglobine (tabl. 3)

Chez les vaches du lot colza, l'haptoglobine augmente continuellement au cours de l'expérience et devient significativement plus élevée que chez les vaches du lot témoin. Cela témoigne d'une inflammation modérée de l'organisme, difficile à localiser en l'absence de signes cliniques. Il faut noter que Panndorf *et al.* (1976) ont relevé une augmentation de l'haptoglobine chez les bovins en cas de crise inflammatoire aiguë sans retrouver cette augmentation en cas d'inflammation chronique.

5. Thiocyanate du plasma (tabl. 3) et du lait (fig. 1 et 2)

Chez les vaches du lot colza, la teneur en thiocyanate du plasma est beaucoup plus élevée que chez celles du lot témoin. Le facteur de multiplication entre les deux lots est d'environ 4,5 en accord avec Pyska et Bobek (1975) qui ont obtenu un quintuplement avec des régimes voisins. Pour le lait (fig. 1) les teneurs en thiocyanate mesurées chaque jour se montrent beaucoup plus élevées pour le lot colza malgré des variations journalières considérables. Ces dernières sont probablement dues à des chutes de consommation occasionnées par des conditions météorologiques hivernales, quelquefois très défavorables au pâturage. De même, les variations interindividuelles très grandes (fig. 2) peuvent être le fait de consommations très élevées pour certains animaux et d'un désintérêt vis-à-vis de ce fourrage pour d'autres. L'ordre de grandeur des valeurs, tant pour le lot témoin que pour le lot colza reste voisin de celui déjà observé

pour semblables traitements (Pyska, 1974 ; Pyska et Bobek, 1975).

On sait que des laits aux teneurs en thiocyanate seulement légèrement supérieures (5,5 à 11,0 mg/l) ont vu leur activité goitrogénique établie sur des rats dont ils constituaient la totalité de la ration (Munoz-Rodriguez, 1970). Parallèlement, le lait produit dans les régions où sévit le goître endémique est très souvent plus riche en thiocyanate que le lait produit dans d'autres régions (Michajlovskij *et al.*, 1969 ; Munoz-Rodriguez, 1970) et le rôle de cet aliment a fréquemment été avancé dans l'étiologie de cette affection (Gibson *et al.*, 1960 ; Michajlovskij *et al.*, 1969 ; Peltola, 1960). Toutefois, cette hypothèse ne fait pas l'unanimité des auteurs (Baikie *et al.*, 1973) et le thiocyanate n'est pas considéré comme l'agent actif exclusif puisque le lait produit par des animaux consommant des crucifères pourrait contenir de la VTO en quantité suffisante pour lui assurer une activité goitrogénique (Arstila *et al.*, 1969). Il possède aussi une teneur en iode réduite (Pyska *et al.*, 1975).

L'usage des crucifères étant actuellement limité dans l'espace et intermittent, il ne faut pas douter de la qualité alimentaire des laits commercialisés par l'industrie car ils résultent de grands mélanges. A l'inverse, des risques limités mais à ne pas négliger pourraient être encourus par des nourrissons dont l'alimentation serait fondée en proportion importante sur le lait provenant d'un seul troupeau et consommant des crucifères.

En conclusion, des précautions élémentaires pouvant annuler les inconvénients de l'enrichissement du lait en facteurs antithyroïdiens, il serait inopportun de décourager, à ce titre, l'utilisation du colza. Dans le cadre de l'essai, l'usage de ce fourrage n'a pas entraîné de dégradation clinique décelable de l'état sanitaire du troupeau et il a permis l'épargne d'une quantité notable de tourteau.

Accepté pour publication, le 17 juin 1982.

Résumé

On a étudié l'influence d'une ration riche en colza fourrager sur l'état sanitaire d'un troupeau de vaches laitières. La comparaison avec un régime à base d'ensilage de maïs a pu établir que la distribution de cette ration ne s'est traduite par l'apparition d'aucun signe clinique d'ordre pathologique pouvant être préjudiciable. Cependant, les paramètres sanguins étudiés ont été modifiés : l'hématocrite a nettement chuté et on pouvait observer simultanément une élévation légère du cholestérol, de la transaminase GO, des phosphatases alcalines et de l'haptoglobine. Dès la mise en régime, le taux de thiocyanate du plasma et du lait a été multiplié par quatre ou cinq sans que l'enrichissement du lait en ce facteur antithyroïdien puisse faire courir un risque sanitaire notable aux éventuels consommateurs à l'exception de nourrissons alimentés avec le lait provenant d'un seul troupeau recevant un régime très riche en colza.

Références

- ARSTILA A., KRUSIUS F.A., PELTOLA P., 1969. Studies on the transfer of thiooxazolidone type goitrogens into cows' milk in goitre endemic district of Finland and in experimental conditions. *Acta Endocrinol.*, **60**, 712-718.
- BAIKIE A.G., CONNOLLY R.J., 1973. The Tasmanian goitrogen. *Lancet*, **i**, 47.
- BESSEY O.A., LOWRY O.H., BROCK M.J., 1946. A method for the rapid determination of alkaline phosphatase with five cubic millimeters of serum. *J. Biol. Chem.*, **164**, 321-329.
- BIDE R.W., DORWARD W.J., TUMBLESON M.E., 1973. Chemical chemistry of grain fed cattle. I. A preliminary study of a basic biomedical profile. *Can. J. Anim. Sci.*, **53**, 697-707.
- BLOOMFIELD D.K., 1963. Dynamics of cholesterol metabolism. I. Factors regulating total sterol biosynthesis and accumulation in the rat. *Proc. Natl Acad. Sci., U.S.A.*, **50**, 117-124.
- BOURDOUX P., DELANGE F., GERARD M., MAFUTA M., MANSON A., ERMANS A.M., 1978. Evidence that cassava ingestion increases SCN⁻ formation : a possible etiological factor in endemic goiter. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **46**, 613-621.
- BOWLER R.G., 1944. Determination of thiocyanate in blood serum. *Biochem. J.*, **38**, 385-388.
- CONNELL G.E., SMITHIES O., 1959. Human haptoglobins : estimation and purification. *Biochem. J.*, **72**, 115-126.
- FAIMAN C., RYAN R.J., EICHEL M.J., 1967. Effect of goitric analogues and related compounds on the rat thyroid gland. *Endocrinology*, **81**, 88-92.
- FRAERING E., ROUSSEL J.D., NICHOLSON S.S., ADKINSON R.W., 1978. Affectors of serum levels of selected enzymes in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **61**, suppl. 1, 204.
- GEORGIE G.C., CHAND D., RAZDAN M.N., 1973. Seasonal changes in plasma cholesterol, serum alkaline phosphatase and transaminases activities in cross bred cattle. *Ind. J. Exp. Biol.*, **11**, 448-450.
- GIBSON H.B., HOWELER J.F., CLEMENTS F.W., 1960. Seasonal epidemics of endemic goitre in Tasmania. *Med. J. Aust.*, **4**, 875-880.
- GIOVANNI R., 1977. Influence d'une alimentation riche en crucifères sur l'état sanitaire et les performances des ruminants. I. Etude bibliographique de l'anémie hémolytique. *Sci. Agron. Rennes*, 65-82.
- GIOVANNI R., 1978. Influence d'une alimentation riche en crucifères sur l'état sanitaire et les performances des ruminants. *Bull. Tech. C.R.Z.V. - I.N.R.A.*, **33**, 35-46.
- GOSWAMI O.B., EAPEN K.J., PUROHIT V.O., 1971. Differences in serum alkaline phosphatase activity and serum cholesterol level in young and adult haryana cattle. *Ind. Vet. J.*, **48**, 244-246.
- GRANT C.A., HOLTENIUS P., JONSSON G., THORELL C.B., 1968. Kale anemia in ruminants. I. Survey of the literature and experimental induction of anemia in lactating cows. *Acta Vet. Scand.*, **9**, 126-140.
- GREENHALGH J.F.D., SHARMAN G.A.M., AITKEN J.N., 1969. The toxicity to various species of animals of three types of kale. *Res. Vet. Sci.*, **10**, 64-72.
- GUSZKIEWICZ A., 1974. The activity of aspartate and alanine aminotransferases, aldolase and alkaline and acid phosphatases in the blood serum of certain cattle breeds and their cross-breeds. *Genet. Pol.*, **15**, 459-470.
- HARVEY D.G., OBEID H.M.A., 1974. The application of certain liver function tests including serum alkaline phosphatase estimations to domesticated animals in the Sudan. *Br. Vet. J.*, **130**, 544-555.
- HEALY P.J., 1971. Serum alkaline phosphatase activity in cattle. *Clin. Chem. Acta*, **33**, 423-430.
- HENRY R.J., CHIAMORI N., GOLUB O.J., BERKMAN S., 1960. Revised spectrophotometric methods for the determination of glutamic-oxaloacetic transaminase, glutamic-pyruvic transaminase, and lactic acid dehydrogenase. *Tech. Bull. Regist. Med. Technol.*, **30**, 149-166.
- HUANG C., CHEN C.F., WEFLE V., RAFTERY A., 1961. A stable reagent for the Liebermann Burchard reaction. *Anal. Chem.*, **33**, 1405-1407.
- JAYLE M.F., DORMANN E., 1962. Variations physiologiques de l'haptoglobine. In M.F. JAYLE. *Les haptoglobines*, Masson, Paris, 58-69.
- KÖPPEL W., 1969. Der Natrium -, Kalium -, Calcium -, anorganische Phosphat -, Cholesterin -, Gesamteiweißgehalt und die Aktivität der alkalischen Phosphatase im Serum türkischer und deutscher Schlachtrinder. *Berl. Muench. Tierärztl. Wochenschr.*, **12**, 226-232.
- LANGER P., STOLC V., 1965. Goitrogenic activity of allylthiocyanate. A widespread mustard oil. *Endocrinology*, **76**, 151-155.
- LISSITZKY S., 1978. Les hormones thyroïdiennes. In E.E. BEAULIEU *Hormones aspects fondamentaux et physico-pathologiques*, Herman, Paris, 155-200.
- MICHAJLOVSKIJ N., SEDLAK J., JUSIC M., BUZINA R., 1969. (Goitrogenic substances of kale and their possible relations to the endemic goitre on the island of Krk) (en yougoslave). *Endocrinol. Exp.*, **3**, 65-72.
- MUNOZ-RODRIGUEZ P., 1970. Goiter effect of milk II. Thiocyanate content in milk as a possible etiologic factor of experimental goiter. *R. Esp. Fisiol.*, **26**, 197-202.
- PANNDORF H., RICHTER H., DITTRICH B., 1976. Haptoglobin bei Haussäugetieren. *Arch. Exper. Vet. Med.*, **30**, 193-202.

- PELLETIER G., MARTIN L.J., 1973. The blood picture of sheep fed on fresh and dried marrow stem kale. *Can. J. Anim. Sci.*, **53**, 229-236.
- PELTOLA P., 1960. Goitrogenic effect of cow's milk from the goitre district of Finland. *Acta Endocrinol.*, **34**, 121-128.
- PYSKA H., 1974. (La concentration en iode et en thiocyanate du lait de vache, à différents stades de lactation) (en polonais). *Rocz. Nauk. Zootech.*, **1**, 73-79.
- PYSKA H., BOBEK S., 1975. (L'influence d'une ration riche en fourrages du genre Brassica sur la concentration en iode et en thiocyanate du plasma et du lait de vaches) (en polonais). *Endokrynol. Pol.*, **26**, 409-416.
- ROSS J.G., 1967. An epidemiological study of fascioliasis in sheep. *Vet. Rec.*, **80**, 214-217.
- RUDERT C.P., OLIVER J., 1976. The effect of thiocyanate on the occurrence of goitre in newborn lambs. *Rhod. J. Agric. Res.*, **14**, 32-38.
- SMITH R.H., EARL C.R., MATHESON N.A., 1974. The probable role of S-methyl-cysteine sulfoxide in kale poisoning in ruminants. *Biochem. Soc. Trans.*, **3**, 57-65.
- WHITTLE P.J., SMITH R.H., MCINTOSH A., 1976. Estimation of S-methylcysteine sulfoxide (kale anemia factor) and its distribution among brassica forage and root-crops. *J. Sci. Food Agric.*, **27**, 633-642.