



HAL
open science

Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. VI. – Influence de la solubilité des protéines de maïs et de poisson sur leur utilisation digestive

R. Toullec, J.-Y. Coroller, P. Patureau-Mirand, J. Lareynie, Yvette Lento, J.-N. Nouchet, Marie-Claude Valluy

► To cite this version:

R. Toullec, J.-Y. Coroller, P. Patureau-Mirand, J. Lareynie, Yvette Lento, et al.. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. VI. – Influence de la solubilité des protéines de maïs et de poisson sur leur utilisation digestive. *Annales de zootechnie*, 1977, 26 (4), pp.523-532. hal-00887775

HAL Id: hal-00887775

<https://hal.science/hal-00887775>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais.

VI. — Influence de la solubilité des protéines de maïs et de poisson sur leur utilisation digestive

R. TOULLEC, J.-Y. COROLLER et P. PATUREAU-MIRAND (1)

avec la collaboration technique
de J. LAREYNIÉ, Yvette LENTO, J.-N. NOUCHET
Marie-Claude VALLUY (1)

*Station de Recherches zootechniques
Centre de Recherches de Rennes, I.N.R.A.,
65, rue de Saint-Brieuc,
35042 Rennes Cedex (France)*

(1) *Laboratoire d'Études du Métabolisme azoté,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I.N.R.A.,
Theix, 63110 Beaumont (France)*

Résumé

Le but de ce travail était d'étudier l'influence de la solubilité des protéines de maïs (essai 1) et de poisson (essai 2), sur leur utilisation digestive, chez le veau préruminant. Les concentrés protéiques utilisés avaient subi une hydrolyse enzymatique partielle, à l'issue de laquelle la fraction demeurée insoluble avait été (produits A) ou non (produits B) éliminée. Ces concentrés ont été incorporés dans des laits de remplacement de manière à apporter respectivement 50 (essai 1) et 75 p. 100 (essai 2) des matières azotées. Le reste des protéines alimentaires provenait principalement du lait écrémé (essai 1) et du lactosérum (essai 2).

L'utilisation digestive apparente des matières azotées totales a été significativement moins élevée lorsque la fraction insoluble a été maintenue (86,8 p. 100 au lieu de 90,5 dans l'essai 1 et 86,6 au lieu de 91 dans l'essai 2). Les valeurs calculées pour la digestibilité apparente des matières azotées des concentrés protéiques sont respectivement de 86 (Maïs A), 78,6 (Maïs B), 90 (Poisson A) et 84,1 (Poisson B). La baisse observée dans la digestibilité apparente de l'azote en n'éliminant pas la fraction insoluble pourrait être due, au moins en partie, à une diminution de la digestibilité réelle, comme l'indique l'étude de la composition en acides aminés des fèces des veaux de l'essai 2. En revanche, la digestibilité apparente des autres constituants des aliments n'a pas été significativement modifiée par le maintien de la fraction insoluble.

L'hydrolyse enzymatique partielle des protéines insolubles ne semble donc pas suffire pour amener leur utilisation digestive à un niveau très élevé; il faut en outre éliminer la fraction demeurée insoluble. Une grande attention doit être portée aux conditions de l'hydrolyse pour éviter d'obtenir des produits peu appétibles (essai 1).

Introduction

Pour être incorporées dans les aliments d'allaitement pour veaux, les protéines de substitution doivent notamment être solubles ou faciles à maintenir en suspension. Pour cela, les protéines insolubles peuvent être soumises à une hydrolyse enzymatique partielle. Les concentrés protéiques de poissons blancs ainsi traités et débarrassés de la fraction demeurée insoluble après hydrolyse ont une utilisation digestive très élevée chez le veau (91 p. 100 au lieu de 83 p. 100 pour les concentrés de poisson de Norvège non hydrolysés) (PARUELLE *et al.*, 1974; VAN WEERDEN, 1974; GUILLOTEAU *et al.*, 1977). Cependant, l'élimination de la fraction insoluble a un effet dépressif sur la croissance du rat et du porcelet (SEVE, AUMAITRE et TORD, 1975). Au cours de deux essais, nous avons donc étudié l'influence de la solubilité des protéines sur leur utilisation digestive chez le veau préruminant. Ces protéines étaient issues du maïs et du poisson : elles ont été choisies en raison des possibilités technologiques d'obtention de concentrés de solubilités différentes.

Matériel et méthodes

Aliments

Dans chaque essai, nous avons utilisé 2 concentrés protéiques partiellement hydrolysés, dans lesquels la fraction demeurée insoluble à l'issue du traitement enzymatique avait été (produits A) ou non (produits B) éliminée. Chacun de ces concentrés, dont la composition et le mode de préparation sont décrits dans le tableau 1, a servi à préparer un aliment d'allaitement (tabl. 2). Dans l'essai 1, les concentrés protéiques étudiés provenaient du gluten de maïs; ils apportaient environ 50 p. 100 des matières azotées alimentaires, le reste étant fourni par de la poudre de lait écrémé et un supplément de méthionine, de lysine et de tryptophane. Dans l'essai 2, il s'agissait de concentrés obtenus à partir de poissons blancs; ils apportaient environ 75 p. 100 des matières azotées alimentaires, le reste provenant de la poudre de lactosérum et d'un supplément de méthionine et de lysine.

Animaux et mesures

Chaque essai a été effectué sur 4 veaux mâles de race Frisonne, achetés à l'âge d'environ 8 jours et placés dès leur arrivée en cages à bilans. Durant leurs 4 (essai 1) ou 3 (essai 2) premières semaines de présence, les veaux ont reçu un lait de remplacement riche en poudre de lait écrémé, auquel ont ensuite été substitués en 6 jours les aliments expérimentaux. Chacun des aliments a d'abord été distribué à 2 veaux, puis les régimes ont été intervertis en 4 jours, à l'issue de la deuxième période de mesures de la digestibilité. Les mesures devaient être effectuées en 4 périodes de 2 semaines, à raison de 2 périodes consécutives par aliment, au cours desquelles les fèces et les urines devaient être collectées tous les jours, sauf les samedis et les dimanches. La première et la troisième périodes de mesures devaient débiter 4 (essai 1) ou 10 jours (essai 2) après la fin des transitions. Cependant, dans l'essai 1,

TABLEAU I

*Composition des concentrés protéiques (p. 100 de la matière sèche)**Composition of the protein concentrates (p. 100 of DM)*

| Concentré protéique <i>Protein concentrate</i> | Maïs (1) - <i>Maize</i> (1) | | Poisson (2) - <i>Fish</i> (2) | |
|--|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | A | B | A | B |
| Fraction insoluble - <i>Insoluble part</i> | Éliminée - <i>Eliminated</i> | Présente - <i>Present</i> | Éliminée - <i>Eliminated</i> | Présente - <i>Present</i> |
| Matières azotées - <i>Crude protein</i> | 56,1 | 59,2 | 89,1 | 77,2 |
| Matières grasses - <i>Fat</i> | 0,7 | 4,9 | 7,0 | 16,6 |
| Matières minérales - <i>Ash</i> | 7,7 | 7,3 | 5,7 | 6,0 |
| Cellulose - <i>Crude fiber</i> | 0,4 | 1,0 | — | — |
| Calcium - <i>Ca</i> | 0,2 | traces | 0,31 | 0,62 |
| Phosphore - <i>P</i> | 0,5 | 0,4 | 0,69 | 0,82 |
| Magnésium - <i>Mg</i> | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| Sodium - <i>Na</i> | 1,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Potassium - <i>K</i> | 0,08 | 0,09 | 1,4 | 1,4 |

(1) Gluten de maïs partiellement hydrolysé à l'aide d'un mélange d'enzymes protéolytiques et amylolytiques et séché par le procédé Spray après élimination (produit A) ou non (produit B) de la fraction demeurée insoluble par filtration sous vide (Société des Produits du Maïs, 379, avenue de la Libération, 92140 Clamart).

(2) Déchets de filetage de poissons blancs broyés, partiellement hydrolysés à l'aide d'un mélange d'enzymes protéolytiques, tamisés, centrifugés deux fois et séchés par le procédé Spray. Le tamisage assure l'élimination des parties osseuses. La première centrifugation permet d'éliminer soit seulement les sédiments qui gênaient la suite des opérations (produit B) soit également la majeure partie des protéines demeurées insolubles (produit A). La seconde centrifugation a pour but une délipidation partielle (Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche, BP 361/2, 62203 Boulogne-sur-Mer).

(1) *Maize gluten partly hydrolyzed by a mixture of proteolytic and amylolytic enzymes and spray dried after elimination (product A) or not (product B) of the insoluble part by vacuum filtration (Société des Produits du Maïs, 379, avenue de la Libération, 92140 Clamart).*

(2) *White fish offals ground, partly hydrolyzed by a mixture of proteolytic enzymes, sieved, centrifuged twice and spray dried. Sieving removes the bony-parts. The centrifugation allows the elimination of only the sediments which would trouble the rest of the operations (product B) or also the main part of the insoluble proteins (product A). The aim of the second centrifugation is to get a partial delipidation (Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche, BP 361/2, 62300 Boulogne-sur-Mer).*

le schéma expérimental a dû être modifié, par suite d'une mauvaise consommation des aliments expérimentaux. La deuxième période de mesures pour un des veaux recevant l'aliment Maïs A, ainsi que la troisième pour les 4 veaux, ont été amputées de leur première semaine; pour 2 veaux (un par régime), le début de la quatrième période a été retardé d'une semaine. Les méthodes de rationnement, de prélèvements, de dosage et de calcul ont été rapportées précédemment (PARUELLE *et al.*, 1972; PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1977).

TABLEAU 2

Composition des aliments d'allaitement
Composition of the milk replacers

| Aliment - Diet | Maïs - Maize | | Poisson - Fish | |
|--|--------------|-------|----------------|-------|
| | A | B | A | B |
| Constituants (p. 100 de l'aliment) <i>Constituents (p. 100 of diet)</i> | | | | |
| Suif - Tallow | 20,0 | 20,0 | 17,2 | 16,7 |
| Maïs A - Maize A | 22,5 | — | — | — |
| Maïs B - Maize B | — | 21,0 | — | — |
| Poisson A - Fish A | — | — | 20,4 | — |
| Poisson B - Fish B | — | — | — | 22,6 |
| Poudre de lait écrémé - Skim milk powder | 31,0 | 31,2 | — | — |
| Poudre de lactosérum - Whey powder | — | — | 44,1 | 43,5 |
| Lactose - Lactose | 20,69 | 21,66 | 14,12 | 13,30 |
| Lysine HCl - HCl lysine | 0,88 | 0,89 | 0,32 | 0,49 |
| Méthionine commerciale - Commercial methionine | 0,20 | 0,14 | 0,33 | 0,24 |
| Tryptophane - Tryptophan | 0,06 | 0,06 | — | — |
| Complément minéral et vitaminique - Mixture of <i>minerals and vitamins</i> | 4,67 | 5,95 | 3,53 | 3,17 |
| Composition chimique (1) <i>Chemical composition (1)</i> | | | | |
| Matières azotées - Crude protein | 24,9 | 23,9 | 25,4 | 24,5 |
| Matières grasses - Fat | 21,0 | 21,3 | 19,1 | 19,5 |
| Matières minérales - Ash | 6,9 | 7,2 | 7,5 | 7,3 |
| Calcium - Ca | 1,11 | 1,16 | 1,05 | 0,96 |
| Phosphore - P | 0,86 | 0,88 | 0,97 | 0,93 |
| Magnésium - Mg | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,09 |
| Sodium - Na | 0,76 | 0,76 | 0,62 | 0,58 |
| Potassium - K | 0,97 | 0,87 | 1,48 | 1,56 |
| Chlorures (en Na Cl) - Chlorides (in Na Cl) | 2,10 | 2,19 | 1,7 | 1,5 |
| Fer - Iron | 31 | 31 | 35 | 33 |

(1) Composition rapportée en p. 100 de la matière sèche, sauf pour le fer où elle est exprimée en ppm.

(1) *Composition reported in p. 100 of DM, except for iron for which it is expressed in ppm.*

Résultats et discussion

Essai 1

L'aliment Maïs A a été beaucoup moins bien consommé que l'aliment Maïs B (tabl. 3). L'état sanitaire des animaux a cependant toujours été satisfaisant. Le maintien de la fraction insoluble a provoqué une légère augmentation de la teneur en matière sèche des fèces (fig. 1).

Le CUD apparent des matières azotées a été plus élevé avec l'aliment Maïs A

TABLEAU 3

*Croissance, consommation, utilisation digestive
des aliments et rétention azotée*
*Growth, amount of milk replacer ingested, apparent
digestibility of the diets and nitrogen retention*

| Aliment - Diet | Maïs - Maize | | Poisson - Fish | |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | A | B | A | B |
| Gain de poids vif (g/j) - Live weight gain (g/d) . . . | 929 | 1 000 | 875 | 848 |
| Quantité de matière sèche ingérée /kg de gain de poids vif (kg) - Amount of DM ingested /kg LWG | 1,66 | 1,76 | 1,89 | 1,88 |
| Quantité de matière sèche refusée (p. 100 de la quantité proposée) - Amount of DM refused (p. 100 of the amount given) | 17,7 | 5,6 | 6,2 | 5,7 |
| Coefficient d'utilisation digestive apparente (p. 100) (1) - Apparent digestibility (p. cent) (1) . . | | | | |
| — matière sèche - Dry matter | 91,8 ± 1,0 | 91,1 ± 2,3 | 93,8 ± 2,0 | 92,9 ± 1,8 |
| — matière organique - Organic matter | 92,4 ± 0,8 | 91,8 ± 2,0 | 94,5 ± 1,9 | 93,6 ± 1,8 |
| — matières grasses - Fat | 79,2 ± 3,1 | 82,9 ± 6,6 | 87,8 ± 5,3 | 88,8 ± 3,9 |
| — matières azotées - Nitrogen | 90,5 ± 0,8 ^b | 86,8 ± 2,3 ^b | 91,0 ± 2,5 ^a | 86,6 ± 3,7 ^a |
| — matières minérales - Ash | 83,2 ± 3,5 | 81,3 ± 5,6 | 86,6 ± 2,6 | 86,0 ± 3,0 |
| — extractif non azoté - Nitrogen free extract . . | 98,8 ± 1,1 | 98,2 ± 0,5 | 99,1 ± 0,6 | 98,9 ± 0,7 |
| Coefficient de rétention apparente de l'azote (p. 100) (1) - N retention (p. 100 of digested) (1) . . | 55,7 ± 7,4 | 56,2 ± 7,7 | 51,9 ± 3,6 | 53,3 ± 6,2 |
| Coefficient d'utilisation pratique de l'azote (p. 100) (1) - N retention (p. 100 of ingested) (1) . . | 50,5 ± 7,0 | 48,8 ± 6,5 | 47,3 ± 4,5 | 46,2 ± 5,8 |
| Quantité d'azote apparemment retenue /kg de gain de poids vif (g) - N retention (g/kg LWG) . | 33,5 | 32,8 | 38,2 | 34,0 |

(1) Moyennes et écarts-types de l'échantillon. Les valeurs de la même ligne accompagnées des mêmes lettres sont significativement différentes (a, b : P < 0,05).

(1) Means and standard errors of the sample. The values of the same line with the same lettre are significantly different (a, b : P < 0,05).

qu'avec l'aliment Maïs B. Pour l'ensemble de l'essai, la différence a atteint 3,7 points (P < 0,05). En supposant que le CUD apparent des protéines du lait (95 p. 100, d'après TOULLEC et MATHIEU, 1969) ne soit pas modifié par la présence des protéines de maïs, les valeurs estimées pour les protéines des concentrés A et B sont respectivement de 86 et 78,6 p. 100. Cette dernière valeur est du même ordre que celle obtenue pour les protéines d'un tourteau de soja concentré en éliminant le saccharose et les α -galactosides par extraction à l'alcool (GUILLOTEAU *et al.*, 1977). Le CUD apparent des protéines du Maïs A est un peu plus élevé que celui de la plupart des protéines d'origine non laitière que nous avons étudiées jusqu'ici, poisson hydrolysé excepté. Cependant, sa composition médiocre en acides aminés indispensables (PRON et FAUCONNEAU, 1966) et son effet défavorable sur l'appétit ne permettent pas de l'incorporer à des taux élevés dans les aliments d'allaitement pour veaux. Il est possible que ce dernier point soit dû à la formation de petits peptides amers (PELLISSIER et MANCHON, 1976).

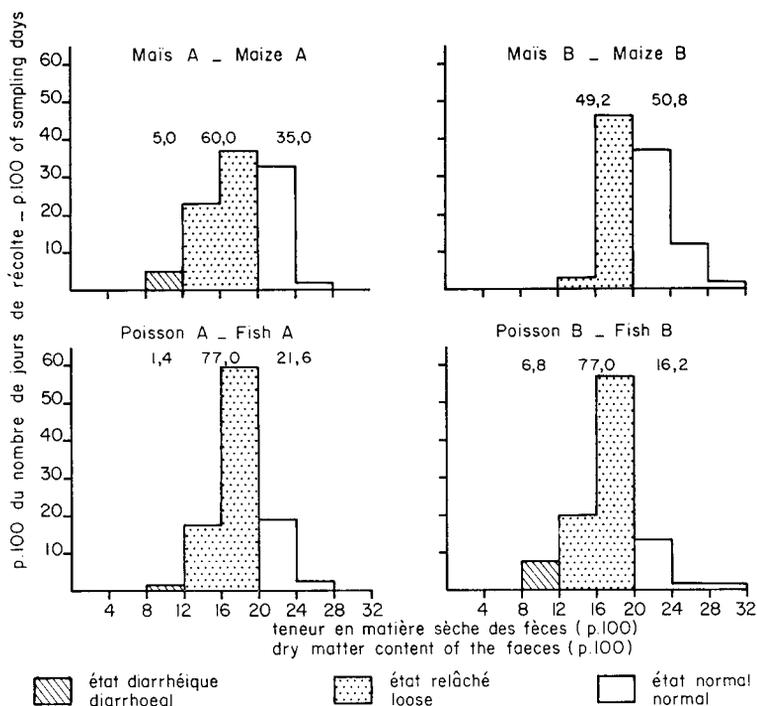


FIG. — Répartition de la teneur en matière sèche des fèces (Faecal consistency).

Les CUD apparents de la matière sèche, de la matière organique, des matières minérales et de l'extractif non azoté ont été du même ordre pour les deux aliments. Le CUD apparent des matières grasses a été peu élevé pour du suif homogénéisé dans du lait écrémé liquide (valeurs comprises entre 90 et 93 p. 100 d'après TOULLEC et MATHIEU, 1969 et 1971). RAVEN (1972) et VAN WEERDEN (1974) ont déjà observé un effet dépressif, sur l'utilisation digestive des matières grasses, en remplaçant une partie du lait écrémé par des sources de protéines moins digestibles (concentrés insolubles de poisson ou de viande). Néanmoins, des facteurs autres que la digestibilité moins élevée des protéines de remplacement ont dû influencer nos résultats : le CUD apparent des matières grasses a été le plus faible avec le Maïs A dont les protéines étaient pourtant plus digestibles que celles du Maïs B. L'introduction de certaines protéines de remplacement dans les aliments d'allaitement entraîne une augmentation de l'excrétion fécale de calcium (TOULLEC et COROLLER, travaux en cours); cela pourrait avoir un effet dépressif sur l'utilisation digestive des matières grasses en favorisant la formation de savons de calcium insolubles (PARUELLE, TOULLEC et MATHIEU, 1973).

Essai 2

L'appétit, le gain de poids vif et l'efficacité alimentaire ont été très voisins avec les 2 aliments (tabl. 3). L'état sanitaire a toujours été satisfaisant. La consistance des fèces obtenue avec l'aliment Poisson A (fig. 1) a été très proche de celle

trouvée par PARUELLE *et al.* (1974) avec un aliment de composition identique. Cependant, contrairement aux résultats de l'essai 1, le maintien de la fraction insoluble n'a nullement permis d'accroître la teneur en matière sèche des fèces; pourtant, en utilisant d'autres lots des mêmes produits, SEVE, AUMAÎTRE et TORD (1975) ont observé une diminution de la fréquence des diarrhées chez le porcelet.

Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) apparent des matières azotées a toujours été plus élevé avec l'aliment Poisson A qu'avec l'aliment Poisson B. Pour l'ensemble de l'essai, la différence a atteint 4,4 points ($P < 0,05$). En supposant que le CUD apparent des protéines du lactosérum (94,3 p. 100 d'après TOULLEC *et al.*, 1974) ne soit pas modifié par la présence des protéines de poisson, les valeurs estimées pour la digestibilité apparente des protéines des concentrés A et B sont respectivement de 90 et 84,1 p. 100. La première valeur est très voisine de celles que nous avons déjà obtenues pour d'autres échantillons du même produit (PARUELLE *et al.*, 1974; TOULLEC *et al.*, 1977). En revanche, la digestibilité des protéines du Poisson B n'est pas plus élevée que celle des matières azotées des concentrés insolubles de poissons délipidés à l'isopropanol (VAN WEERDEN, 1974) ou à l'hexane (GUILLOTEAU *et al.*, 1977; TOULLEC *et al.*, 1977).

L'utilisation digestive des autres constituants des aliments n'a pas été significativement affectée par le maintien de la fraction insoluble. Il en a été de même pour l'utilisation métabolique de l'azote absorbé, malgré les teneurs un peu plus élevées du produit B en la plupart des acides aminés indispensables (tabl. 4).

Pour apprécier l'origine des matières azotées fécales (alimentaire d'une part, endogène et/ou microbienne d'autre part), il semble intéressant de comparer les compositions en acides aminés des protéines fécales entre elles, ainsi qu'à celles des protéines alimentaires, en déterminant leur écart relatif moyen (E.R.M.). L'E.R.M. est la moyenne des écarts relatifs entre les teneurs en chacun des acides aminés qui composent ces protéines, calculée comme l'indiquent PATUREAU-MIRAND *et al.*, (1977) (tabl. 4). Les fèces des veaux qui consomment les aliments Poisson A et B ont des compositions en acides aminés assez voisines (tabl. 4), puisque leur E.R.M. est de 12,7. Les matières azotées des fèces des veaux nourris avec l'aliment Poisson B ont une composition plus proche de celle des protéines non supplémentées de l'aliment (E.R.M. : 13,5) que celles des fèces des veaux recevant l'aliment Poisson A (E.R.M. : 18,9). Par rapport à des veaux recevant un aliment dont les protéines proviennent exclusivement du lait (PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1977), les animaux nourris avec l'aliment Poisson A excrètent un supplément de matières azotées dont la composition en acides aminés (tabl. 4) est différente de celle de l'aliment A (E.R.M. : 37,6); en revanche, ce supplément d'excrétion fécale, calculé pour les veaux recevant l'aliment Poisson B, a une composition en acides aminés proche de celle de l'aliment B (E.R.M. : 15,1). Il semble donc y avoir peu de protéines directement d'origine alimentaire dans les fèces des veaux nourris avec l'aliment Poisson A sous réserve toutefois que cette catégorie de protéines fécales n'ait pas une composition en acides aminés différente de celle de l'ensemble des protéines de l'aliment. Une quantité plus importante de protéines d'origine alimentaire paraît se retrouver dans les fèces des veaux nourris avec l'aliment Poisson B. La baisse observée dans la digestibilité apparente de l'azote en n'éliminant pas la fraction demeurée insoluble à l'issue du traitement enzymatique, pourrait donc correspondre, au moins en partie, à une diminution de la digestibilité réelle.

En conclusion, l'hydrolyse enzymatique partielle des protéines insolubles ne semble pas suffire pour amener leur utilisation digestive à un niveau très élevé; il faut en outre éliminer la fraction demeurée insoluble. Cependant, il est possible que la seule attaque enzymatique améliore la digestibilité de certaines protéines,

TABLEAU 4

*Essai 2 : Composition en acides aminés (p. 100 des acides aminés dosés)
des aliments et des fèces (1)*

*Trial 2 : Amino-acid composition (p. 100 of measured amino-acids)
of diets and faeces (1)*

| Acides aminés <i>Amino-acids</i> | Aliment <i>Diet</i> | | Fèces - <i>Feces</i> | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|
| | | | Matières azotées totales <i>Crude protein</i> | | Supplément d'excrétion (2) <i>Excretion supplement</i> (2) | |
| | Poisson A <i>Fish A</i> | Poisson B <i>Fish B</i> | Poisson A <i>Fish A</i> | Poisson B <i>Fish B</i> | Poisson A <i>Fish A</i> | Poisson B <i>Fish B</i> |
| Somme des acides aminés dosés (g p. 16 g N) - <i>Sum of the measured amino-acids (g p. 16 g N)</i> | 91,85 | 92,9 | 72,15 | 75,85 | — | — |
| A. aspartique | 9,64 | 9,31 | 10,19 | 10,94 | 8,42 | 10,84 |
| Thréonine | 4,90 | 5,06 | 4,64 | 5,41 | 3,17 | 5,39 |
| Sérine | 5,23 | 5,01 | 4,50 | 5,14 | 2,71 | 4,98 |
| A. Glutamique | 14,75 | 15,34 | 14,14 | 13,18 | 15,61 | 13,11 |
| Proline | 6,15 | 4,68 | 3,95 | 4,42 | 3,93 | 4,64 |
| Glycine | 8,55 | 6,19 | 5,96 | 5,34 | 7,95 | 5,33 |
| Alanine | 6,15 | 5,92 | 8,11 | 6,26 | 10,48 | 5,99 |
| Valine | 4,63 | 5,11 | 7,14 | 6,06 | 8,65 | 5,94 |
| Cystine | 1,36 | 1,78 | 2,49 | 2,57 | 1,69 | 2,40 |
| Méthionine | 4,93 | 3,93 | 2,91 | 3,56 | 3,47 | 4,03 |
| Isoleucine | 4,20 | 4,74 | 5,47 | 5,34 | 6,91 | 5,66 |
| Leucine | 7,19 | 7,91 | 7,90 | 7,98 | 8,36 | 8,14 |
| Tyrosine | 2,89 | 3,28 | 3,26 | 4,55 | 9,74 | 4,51 |
| Phénylalanine | 4,08 | 4,20 | 4,99 | 5,87 | 5,13 | 6,36 |
| Lysine | 8,66 | 10,06 | 7,83 | 6,66 | 8,13 | 6,31 |
| Histidine | 1,91 | 1,99 | 2,15 | 2,11 | 1,93 | 2,03 |
| Arginine | 5,72 | 5,49 | 4,37 | 4,61 | 3,05 | 4,39 |
| Écart relatif moyen fèces, aliment ingéré (3) - <i>Mean relative difference faeces, ingested diet (3)</i> | — | — | 18,9 | 13,5 | 37,6 | 15,1 |

(1) Analyse d'un échantillon moyen par régime, préparé en mélangeant les échantillons individuels de la seconde période de mesures. *Analysis of a mean sample per diet, obtained by mixing the individual samples of the second measure period.*

(2) Supplément d'excrétion par rapport à des vœux recevant un aliment dont les protéines proviennent exclusivement du lait écrémé (PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1977). *Excretion supplement with regard to calves fed a diet the protein of which is provided exclusively by skim milk.*

(3) Écart relatif moyen entre les protéines *i* et *j*, pour tous les acides aminés dosés, sauf la cystine (PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1977). *Mean relative difference between the protein i and j, for all the measured amino-acids, cystine excepted.*

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \frac{100}{16} \sum_{k=1}^{16} \frac{V(AA_{ik} - AA_{jk})^2}{AA_{ik} + AA_{jk}}$$

2

en particulier chez le très jeune veau : ainsi, KASPAR et PROKOP (1971) ont observé un effet favorable de la prédigestion pepsique du tourteau de soja, sur la digestibilité et la rétention azotée, chez le porcelet. Par ailleurs, une grande attention doit être portée aux conditions de l'hydrolyse (choix de la préparation enzymatique, longueur des peptides obtenus...) pour éviter d'obtenir des fractions peu appétibles, mal équilibrées en acides aminés indispensables et semi-indispensables ou difficilement attaquables par les enzymes digestives.

Accepté pour publication en juin 1977.

Remerciements

A la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (Contrat n° 74-7-0007), à la Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche et à la Société des Produits du Maïs pour l'aide apportée à la réalisation de ce travail.

Summary

Utilization of proteins by the preruminant fattening calf.

VI. — Influence of the solubility of maize and fish proteins on their digestibility.

The aim of this work was to study the influence of the solubility of the proteins of maize (trial 1) and fish (trial 2) on their digestibility. The protein concentrates used (table 1) had been partly hydrolysed and the insoluble part had been eliminated (products A) or not (products B). These concentrates were incorporated into milk replacers (table 2) so as to provide 50 (trial 1) and 75 p. cent (trial 2) respectively of the total amount of protein, the rest being supplied by skim-milk powder (trial 1) and whey (trial 2).

The apparent digestibility of crude protein (table 3) was significantly lower when the insoluble part had been kept (86.8 p. cent instead of 90.5 in trial 1 and 86.6 p. cent instead of 91.0 in trial 2). Values estimated for protein digestibility of the concentrates were 86.0 (Maize A), 78.6 (Maize B), 90.0 (Fish A) and 84.1 p. cent (Fish B) respectively. The decrease observed in the apparent digestibility of nitrogen, when the insoluble part was not eliminated, might be partly due to a decrease in true digestibility, as it appears from the study of the amino acid composition of faeces in trial 2 (table 4). However, the apparent digestibility of the other dietary constituents were not significantly altered by the maintenance of the insoluble part.

The partial enzymatic hydrolysis of the insoluble proteins does not seem to be sufficient to get a very high digestibility; besides, it is necessary to eliminate the insoluble part. A large attention must be paid to the hydrolysis conditions to avoid obtaining unpalatable products.

Références bibliographiques

- GUILLOTEAU P., TOULLEC R., CULIOLI J., LE DOUARON D., 1977. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. V. Utilisation digestive des protéines du poisson, du soja et de la féverole. *Ann. Zootech.*, **26**, 17-30.
- KASPAR F., PROKOP V., 1971. Factors affecting the digestibility of the nitrogenous substances of soya meal in diets for pigs weaned early (en tchèque). *Zivoc. Vyroba*, **16**, 641-646.
- PARUELLE J.-L., TOULLEC R., FRANTZEN J.-F., MATHIEU C.-M., 1972. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation digestive des protéines du soja et des levures d'alcanes incorporées dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **21**, 318-331.

- PARUELLE J.-L., TOULLEC R., PATUREAU-MIRAND P., MATHIEU C.-M., 1974. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. II. Utilisation des protéines de poisson et influence de l'addition d'un complexant du fer. *Ann. Zootech.*, **23**, 519-535.
- PARUELLE J.-L., TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1973. Utilisation digestive d'aliments d'allaitement contenant des lactosérums de différentes qualités par le veau préruminant à l'engrais. *Ann. Zootech.*, **22**, 237-242.
- PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., GUILLOTEAU P., PION R., 1977. Influence de la nature des protéines alimentaires sur la composition en acides aminés des fèces du veau préruminant. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 71-83.
- PELJSSIER J.-P., MANCHON P., 1976. Comparative study of the bitter taste of enzymic hydrolysates from cow, ewe and goat caseins. *J. Fd Sci.*, **41**, 231-233.
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Les acides aminés des protéines alimentaires. Méthodes de dosage et résultats obtenus. *Amino-acides, Peptides, Protéines*, A.E.C., Société de Chimie Organique et Biologique, Cahier n° 6, 158-175.
- RAVEN A. M., 1972. Nutritional effects of including different levels and sources of protein in milk replacers for calves. *J. Sci. Fd Agric.*, **23**, 517-526.
- SEVE B., AUMAITRE A., TORD P., 1975. Valeur alimentaire des farines solubles de poisson blanc préparées selon divers procédés technologiques : essais d'incorporation aux aliments d'allaitement artificiel du porcelet sevré à 12 jours. *Ann. Zootech.*, **24**, 21-42.
- TOULLEC R., COROLLER J.-Y., PARUELLE J.-L., LE TREUT J. H., 1977. Utilisation digestive par le veau préruminant, de laits de remplacement contenant de l'ultrafiltrat de lactosérum. *Ann. Zootech.*, **26**, 31-45.
- TOULLEC R., FRANTZEN J.-F., MAUBOIS J.-L., PION R., 1974. Utilisation digestive par le veau préruminant, des protéines du lactosérum traitées par ultrafiltration sur membrane. *La Technique Laitière*, **828**, 15-22.
- TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1969. Utilisation digestive des matières grasses et de leurs principaux acides gras par le veau préruminant à l'engrais. Influence sur la composition corporelle. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 139-160.
- TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1971. Utilisation digestive des matières grasses par le veau préruminant à l'engrais : influence du taux d'incorporation dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **20**, 247-250.
- VAN WEERDEN E. J., 1974. Low fat fish meal in milk replacers. *3rd European Symposium on the use of fish meal in animal feeding*. Amsterdam, 11-12 th september. IAFMM, Potters-Bar, Herts., England.
-