

Utilisation digestive apparente des acides aminés de quelques aliments chez le rat en croissance

par E. MENDES-PEREIRA, R. PION, J. PRUGNAUD

avec la collaboration technique de Marie-Claude VALLUY.

*Laboratoire d'Etude du Métabolisme Azoté, I.N.R.A.,
Theix, Saint Genès Champanelle, 63110 Beaumont*

Summary. *Apparent digestibility of amino acids in some feedstuffs. A study in growing rat.*

The effect of the nature of protein feedstuffs on nitrogen and amino acid excretion in the feces was studied. Different feed samples were used in diets as sole sources of protein and supplemented with synthetic amino acids to meet requirements.

Due to the various nitrogen contents of the samples, the balanced diets contained different proportions of wheat starch and of the carbohydrates of the samples.

To estimate the relative amounts of dietary, bacterial and endogenous amino acids in the faeces, we computed the average relative differences between faecal protein and feed, between faecal protein and digestive tract bacteria, and between faecal protein and endogenous protein. The effect of dietary proteins on faecal amino acid composition was also estimated by computing the multiple regression $y = ax_1 + bx_2 + c$, where y , x_1 and x_2 are the aminoacid contents of the faecal protein, microbial protein and dietary protein, respectively.

Sample carbohydrates seemed to have a large effect on the amino acids voided in the faeces for all the proteins, except a strongly heated, poorly digestible one.

The relatively high organic matter digestibilities observed with feedstuffs having low nitrogen digestibility suggest, at least in some cases, that dietary carbohydrates may affect bacterial protein synthesis in the digestive tract, and that these microbial proteins are voided in the faeces.

Introduction.

L'excrétion d'azote dans les fèces dépend non seulement de la nature des matières azotées alimentaires, mais aussi de celle des substances non protéiques des régimes en particulier des glucides. Nous avons donc utilisé des aliments dans lesquels les protéines sont associées à des glucides de nature variable en quantités plus ou moins importantes en vue d'étudier l'influence de ces derniers sur l'excrétion fécale de matières azotées et d'acides aminés chez le rat en croissance. Nous avons comparé

les résultats obtenus à ceux de l'effet d'un traitement thermique susceptible d'agir directement sur l'utilisation digestive des acides aminés d'une protéine, la caséine.

Matériel et méthodes.

Régimes.

Les échantillons étudiés sont les suivants :

- de la caséine ayant subi ou non un traitement thermique (chauffage à l'étuve à 90 °C pendant 24 h en présence de glucose) ;
- un concentré de soja à 90 p. 100 de matières azotées ;
- un concentré de soja à 70 p. 100 de matières azotées ;
- deux échantillons de céréales entières : un blé riche en azote et un triticale ;
- une farine de coton sans gossypol ;
- un échantillon de féverole décortiquée micronisée (traitement par infrarouge) ;
- un échantillon de champignons filamenteux.

L'équilibre énergétique des régimes était assuré par de l'amidon de blé purifié et de l'huile d'arachide. Les glucides des régimes réalisés avec les aliments riches en matières azotées étaient donc constitués presque exclusivement d'amidon de blé purifié, alors que ceux des autres régimes comportaient des proportions variables de cet aliment (tabl. I) et des glucides constitutifs des différents échantillons.

Les différents échantillons d'aliments constituent les seules protéines des régimes semi-liquides utilisés ; ils sont supplémentés en acides aminés de telle sorte que les apports par les régimes soient au moins égaux aux besoins. Les macroéléments faisant défaut aux aliments (Ca, P, Na, K, Mg), des oligo-éléments et des vitamines (Pawlak et Pion, 1968) sont ajoutés aux régimes.

Expérimentation sur animaux.

Des rats mâles de souche Sprague-Dawley, au sevrage, sont élevés dans des locaux éclairés de 7 à 18 h, maintenus à 22 °C et dont le degré hygrométrique est constant (60 p. 100).

Les expériences de bilan sont réalisées au cours de la phase pré-pubertaire de la croissance, avec récolte séparée des fèces et des urines. Elles comportent des lots de six rats et sont réalisées sur cinq jours consécutifs, après une période d'adaptation à la raterie de six jours, au cours desquels les animaux au sevrage reçoivent un aliment standard à 20 p. 100 de matières azotées, suivie d'une période d'adaptation aux régimes expérimentaux de sept jours.

Dosages.

Les matières sèches ont été déterminées par séchage à l'étuve à 70 °C, les matières minérales par incinération et l'azote par la méthode de Kjeldahl. Les acides aminés des aliments et des fèces lyophilisées sont dosés après hydrolyse acide HCl 6N (500 ml pour 200 à 400 mg d'échantillon) par chromatographie sur résine échangeuse d'ions. Les acides aminés soufrés sont dosés après oxydation performique.

Résultats et discussion.

Utilisation digestive apparente de la matière organique et des matières azotées (tabl. 1).

Les coefficients d'utilisation digestive apparente de la matière organique des différents régimes sont compris entre 88,2 et 95,2 p. 100. Les valeurs les plus élevées sont obtenues pour les régimes à base de caséine non chauffée, de concentré de soja à 90 p. 100, de farine de coton et de féverole décortiquée micronisée. Le chauffage de la caséine au contact de glucides diminue la digestibilité de la matière organique du régime dans lequel elle est incorporée, de même que la présence de glucides de soja dans le régime comportant le concentré à 70 p. 100. Des valeurs moins élevées sont obtenues pour les régimes à base de céréales entières et surtout de champignons filamenteux, malgré la présence dans ce dernier cas d'une proportion importante d'amidon purifié.

TABLEAU 1

Composition et utilisation digestive des aliments

Echantillons	MA p. 100 MS échantillon	MA p. 100 MS régime	Amidon* p. 100 MS régime	CUD _a MO	CUD _a MA	CUD _a moyen acides aminés
Caséine.....	92,7	13,5	68,7	95,2	91,2	91,6
Caséine chauffée glucose .	89,4	14,8	64,1	92,5	82,8	85,2
Concentré soja 90 p. 100..	91,7	12,9	65,4	94,5	90,4	91,5
Concentré soja 70 p. 100 .	69,7	14,0	56,0	91,8	83,4	87,2
Blé riche en MA	18,4	13,3	14,1	90,6	82,6	84,4
Triticale	13,9	10,4	11,0	90,9	84,5	86,7
Coton sans gossypol.....	58,0	14,9	57,9	94,0	85,1	86,0
Féveroles micronisées	36,7	14,0	49,1	94,6	84,9	85,5
Champignons filamenteux	35,7	15,3	31,3	88,2	75,5	77,2

MA p. 100 MS : Matières azotées totales de l'aliment ($N \times 6,25$) en p. 100 de la matière sèche.

CUD_a MO : Coefficient d'utilisation digestive apparente de la matière organique du régime.

CUD_a MA : Coefficient d'utilisation digestive apparente de la matière azotée de l'aliment, calculé en supposant que les acides aminés ajoutés sont totalement digérés.

* Amidon de blé purifié.

Les coefficients d'utilisation digestive apparente des matières azotées et des acides aminés sont plus variables : ils sont compris respectivement entre 75,5 p. 100 (champignons filamenteux) et 91,2 p. 100 (caséine non chauffée) et 77,2 et 91,6 p. 100.

La digestibilité apparente des matières azotées du soja à 70 p. 100 est inférieure de 7,7 p. 100 à celle qui est observée pour l'échantillon à 90 p. 100. La diminution du

coefficient d'utilisation digestive apparente de la caséine sous l'effet du chauffage en présence de glucose est de 9,2 p. 100.

Contrairement à ce qui est observé pour les matières organiques, les coefficients d'utilisation digestive apparente des régimes à base de féverole micronisée et de coton sans gossypol sont très inférieurs à ceux des régimes à base de caséine et de concentré de soja à 90 p. 100, et voisins de ceux qui sont observés dans le cas des céréales entières.

Il y a là donc trois types de régimes, des régimes à digestibilité de la matière organique et de l'azote élevée, des régimes à digestibilité de la matière organique élevée et digestibilité des matières azotées moyennes, des régimes dont la digestibilité des matières organiques est moyenne et celle des matières azotées est faible.

Composition des fèces (tabl. 2).

La part des acides aminés dans l'azote total a été calculée à partir de la composition en acides aminés des fèces. Les valeurs les plus élevées sont observées pour les

TABLEAU 2
Composition des fèces

Echantillons	MA p. 100 MS	N des AA p. 100 N total	Ecart relatif moyen *		
			Fèces/ aliments	Fèces/ bactéries **	Fèces/ endogène***
Caséine	17,3	65,8	39,8	32,3	25,7
Caséine chauffée glucose	26,7	45,8	23,0	33,9	28,8
Concentré soja 90 p. 100	15,7	64,7	24,1	15,8	16,6
Concentré soja 70 p. 100	21,8	58,7	26,4	14,4	19,1
Blé riche en MA	19,9	60,6	43,9	11,7	13,3
Triticale	14,9	60,3	38,1	12,9	13,4
Coton sans gossypol ...	25,3	67,1	33,1	10,9	13,7
Féveroles micronisées ..	27,4	67,8	30,8	11,1	14,7
Champignons filamenteux	26,7	52,9	12,4	8,4	14,6

* Ecart relatif moyen entre les protéines i et j = moyenne des écarts relatifs entre les teneurs en chacun des acides aminés qui composent ces protéines :

$$\frac{1}{16} \sum_{K=1}^{16} \frac{\sqrt{(AA_{iK} - AA_{jK})^2}}{AA_{iK} + AA_{jK}} \times 100$$

2

où AA_{iK} et AA_{jK} sont respectivement le pourcentage de l'acide aminé K dans la somme des teneurs en acides aminés des protéines i et j (à l'exception du tryptophane et de la cystine).

** Mason *et al.* (1976).

*** Eggum (1973).

régimes à base de féverole, de coton, de caséine et de soja à 90 p. 100. Des valeurs moyennes sont obtenues pour les céréales et le soja 70 p. 100, et des valeurs très faibles pour les champignons et surtout la caséine chauffée. Il semble qu'il y ait une relation, sauf dans le cas de la caséine chauffée, entre ces valeurs et l'utilisation digestive apparente de la matière organique (fig. 1).

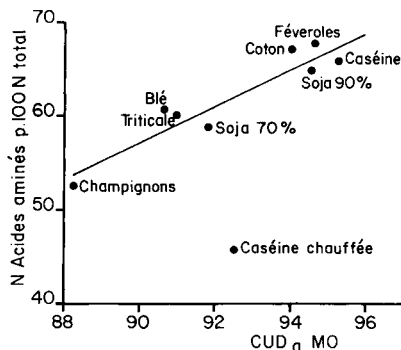


FIG. 1. — Relation entre le coefficient d'utilisation digestive apparente de la matière organique des régimes et le pourcentage d'azote des acides aminés dans l'azote total des fèces.

$$y = -114,5 + 1,9 \times x$$

$$r = 0,94 (P = 0,001)$$

* Le point correspondant à la caséine chauffée a été éliminé dans le calcul de la régression.

La composition en acides aminés des fèces a été comparée à celle de l'aliment, et à celle des bactéries (Mason, Just et Bech-Andersen 1976) et de l'endogène (Eggum, 1973) en calculant les écarts moyens relatifs (Patureau-Mirand *et al.*, 1977). Les compositions en acides aminés des fèces sont généralement très différentes de celles des aliments, mais relativement proches de celles des bactéries et de l'endogène, sauf dans le cas de la caséine chauffée ou non. Aucune conclusion n'apparaît dans le cas des champignons, à cause des similitudes de composition de l'aliment et des valeurs utilisées pour les bactéries et l'endogène. Pour les mêmes raisons il n'est pas possible de distinguer la part des bactéries de celle de l'endogène.

Les parts respectives de l'aliment et des bactéries ont été également estimées par le calcul des coefficients de régression multiple de la composition en acides aminés des fèces en fonction de celles des bactéries et de l'aliment (tabl. 3). Chacune des 3 variables F , x_1 et x_2 prend les différentes valeurs des teneurs en chaque acide aminé K (exprimé en p. 100 de la somme des acides aminés dosés) des matières azotées fécales, des bactéries du tube digestif (Mason, Just et Bech-Andersen, 1976) et de l'aliment ingéré. La part des bactéries est prépondérante dans le cas des féveroles, du coton, du champignon, des céréales et du soja à 70 p. 100. La part des acides aminés alimentaires est notable dans le cas des régimes très digestibles à base de caséine et du soja à 90 p. 100.

TABLEAU 3

Régression $F = aX_1 + bX_2 + K$ de la composition en acides aminés des fèces (F) en fonction de celle des bactéries du tube digestif X_1 (Mason et al., 1976) et celle de l'aliment ingéré X_2

Echantillon	Coefficients de régression		Constante K	Carré du coefficient de corrélation multiple
	a	b		
Caséine	0,53 NS	0,59 **	— 0,69	0,77 **
Caséine chauffée glucose	0,27 NS	0,78 **	0,31	0,93 **
Concentré soja 90 p. 100	0,65 **	0,31 *	0,22	0,92 **
Concentré soja 70 p. 100	0,88 **	0,18 NS	— 0,33	0,94 **
Blé riche en MA	0,87 **	0,06 NS	0,28	0,94 **
Triticale	0,81 **	0,09 NS	0,60	0,92 **
Coton sans gossypol	0,90 **	0,12 NS	0,26	0,95 **
Féveroles micronisées	0,95 **	0,16 NS	0,62	0,93 **
Champignons filamenteux	0,87 **	0,07 NS	0,40	0,93 **

* $P \leq 0,05$
 ** $P \leq 0,005$.

Conclusion.

Sauf en ce qui concerne la caséine chauffée, l'ensemble des résultats montre que les diminutions des coefficients d'utilisation digestive apparente des matières azotées sont dues généralement à une augmentation des excréctions de microorganismes et d'azote endogène. Les coefficients d'utilisation digestive apparente élevés de la matière organique, associés à des faibles coefficients d'utilisation digestive apparente des matières azotées, observés dans de nombreux cas, traduisent vraisemblablement une utilisation de glucides peu digestibles pour l'hôte par des corps bactériens excrétés dans les fèces. L'interprétation des résultats est malheureusement limitée par le manque de données très précises sur les compositions en acides aminés des bactéries du tube digestif et des différents composants des matières azotées endogènes.

Commission CNERMA Digestion-Absorption,
Tours, 13 novembre 1976.

Références

- EGGUM B. O., 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. *Thèse Univ. roy. vétér. agr.*, Copenhague.
- MASON V. C., JUST A., BECH-ANDERSEN S., 1976. Bacterial activity in the hind-gut of pigs.2. Its influence on the apparent digestibility of nitrogen and amino acids. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittel*, **36**, 310-324.
- 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.
- PAWLAK M., PION R., 1968. Influence de la supplémentation des protéines de blé par des doses croissantes de lysine sur la teneur en acides aminés libres du sang et du muscle du rat en croissance. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 517-530.
-