

LES CONCENTRATIONS EN ACIDES AMINES LIBRES
DES TISSUS SANGUIN ET MUSCULAIRE COMME CRITERE
DE LA VALEUR NUTRITIVE DES PROTEINES

M. PAWLAK, R. PION

Station d'Etudes des Métabolismes

Domaine de Theix

C.R.Z.V. - SAINT-GENES CHAMPANELLE

Les besoins en acides aminés du porc en croissance sont de mieux en mieux connus et leur satisfaction au moindre coût par un mélange d'aliments protéiques, additionnés ou non d'acides aminés industriels, nécessite la connaissance précise, non seulement de la composition en acides aminés des matières premières utilisées, mais également de la disponibilité réelle de ces derniers pour l'animal. Aussi avons nous cherché à mettre au point une méthode de mesure de cette dernière qui fasse appel à un critère plus sensible que ceux que l'on utilise généralement (gain de poids en particulier). Nous avons étudié dans ce but les relations entre la composition en acides aminés des aliments ingérés et les teneurs en acides aminés libres des tissus sanguin et musculaire. En effet, les acides aminés libres constituent la principale forme de transport des produits de la digestion des protéines vers les tissus utilisateurs, et leurs teneurs dans le sang traduisent à chaque instant l'équilibre entre les apports et les besoins, alors que leurs concentrations dans le muscle, qui constitue chez l'animal en croissance le principal tissu consommateur d'acides aminés, représentent la différence entre apports par le sang et utilisation pour les synthèses de protéines musculaires. Cette étude a été effectuée sur le rat, et nous vérifierons par la suite si ces résultats sont applicables sans restrictions au porc.

La première étape a consisté à déterminer les concentrations en acides aminés libres des tissus sanguin et musculaire chez les animaux dont les rations sont aptes à satisfaire tous les besoins, à l'exception de l'acide aminé étudié, qui est apporté en doses croissantes dans les différentes rations. Il est ensuite possible de comparer ces teneurs à celles que l'on observe chez des animaux dont la ration contient l'aliment à évaluer, supplémenté de telle manière que tous leurs besoins soient satisfaits, sauf peut-être en ce qui concerne l'acide aminé étudié, et d'en déduire la concentration de ce dernier qui est réellement utilisable pour l'animal.

Nous nous sommes limités dans un premier temps à l'étude de la lysine et à celle de la thréonine.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

- Les animaux, des rats mâles de souche Wistar élevés en cages individuelles dans des conditions standard, reçoivent à partir du sevrage un régime équilibré commun jusqu'au poids de 110 g. Ils sont alors répartis en lots de 8 et reçoivent à volonté les régimes expérimentaux sous forme semi-liquide durant 15 jours. Les consommations et les gains de poids sont mesurés.

- Les régimes utilisés, isoazotés (12 % de protéines, N = 6,25) et iso-énergétiques (4500 kcal/kg de M.S.) sont constitués dans le cas des expériences concernant la lysine, de blé, additionné de minéraux et de vitamines et supplémenté en DL méthionine, L tryptophane, L thréonine et par des doses de L lysine échelonnées de 30 % à 200 % de la valeur actuellement admise pour les besoins des animaux. L'équilibre énergétique est obtenu en modifiant les proportions d'amidon de maïs et d'huile d'arachide.

Des régimes similaires, à base de blé supplémenté en acides aminés, sont utilisés dans les expériences concernant la thréonine : le taux de lysine y est maintenu constant, et égal à 8,5 g/kg de matière sèche, alors que le taux de thréonine varie de 60 % (blé non supplémenté en thréonine) à 120 % du besoin estimé. La réalisation de carences plus importantes en thréonine a nécessité l'utilisation d'autres types de rations : le blé a été remplacé par de l'amidon et un mélange d'acides aminés libres qui imite la composition, sauf en ce qui concerne la thréonine, dont les taux varient de 40 % à 105 % du besoin.

En fin de période expérimentale le sang total et les muscles des membres postérieurs sont prélevés sous anesthésie à l'éther et les acides aminés libres sont extraits respectivement par l'éthanol froid 82 % et l'acide picrique à 1 % puis dosés par chromatographie sur colonne.

RESULTATS

CROISSANCE ET CONSOMMATION

Il y a une certaine variabilité dans les croissances observées d'une expérience à l'autre. Celle-ci peut être due, au moins en partie, à la nature ou à la durée de conservation du blé utilisé. Toutefois, un certain nombre de faits se dégagent de l'examen des résultats :

Seule une réduction importante des apports, au moins égale à 50 % du besoin en lysine ou à 40 % du besoin en thréonine entraîne une forte diminution de croissance, associée dans le cas de la thréonine à une réduction importante de la consommation d'aliment. Une carence en thréonine semble entraîner une diminution plus forte du gain de poids qu'une carence du même ordre de grandeur en lysine.

Les croissances obtenues avec les régimes relativement peu carencés en lysine, ou en thréonine, c'est-à-dire contenant ces acides aminés en quantités au moins égales à 60 ou 70 % du besoin estimé, sont très voisines de celles que l'on observe chez les animaux consommant un régime équilibré.

La présence dans la ration d'un excès de lysine (jusqu'à 2 fois le besoin) ne semble affecter ni la consommation, ni la croissance.

COMPOSITION EN ACIDES AMINES LIBRES DU SANG ET DU MUSCLE (Tableau 1 et 2)

Les concentrations en lysine et thréonine de ces tissus varient dans le même sens que les

taux respectifs de ces deux acides aminés dans les rations ingérées.

L'augmentation des teneurs en lysine dans le tissu sanguin est progressive lorsque les teneurs en lysine de l'aliment passent de 2,9 (blé supplémenté) à 8,5 g/kg de MS ingérée. Une augmentation supplémentaire de 10 % entraîne une augmentation de 30 % de la teneur en lysine libre du sang. Celle-ci n'augmente plus lorsque la teneur en lysine de l'aliment dépasse 12,5 g de lysine par kg de M.S.

Les différences de concentrations observées au niveau du muscle sont beaucoup plus nettes. Comme dans le cas du sang, les teneurs augmentent graduellement pour les plus faibles taux de supplémentation, puis très fortement lorsque la teneur en lysine du régime dépasse 8,5 g/kg de M.S., mais l'amplitude des variations est beaucoup plus grande : une augmentation de 10 % au dessus de 8,5g/kg de M.S. du taux de lysine alimentaire multiplie par deux la teneur en lysine libre du tissu musculaire. Une forte accumulation de lysine est observée chez les animaux ayant consommé le régime le plus riche en lysine, contrairement à ce que nous avons observé dans le sang.

Les observations effectuées en faisant varier l'apport du thréonine du régime sont légèrement différentes : les variations relatives observées dans le sang et dans le muscle sont identiques, et généralement supérieures à celles qui avaient été observées dans le cas de la lysine. Les teneurs en thréonine libre des tissus augmentent lentement pour les faibles taux de supplémentation mais s'accumulent de façon très nette à partir de 4,2 g de thréonine par kg de M.S. ; c'est ainsi que pour les régimes dont la source de protéine est constituée de blé, les teneurs du tissu musculaire sont multipliées par 2 lorsque la quantité de thréonine de la ration ingérée passe de 4,2 à 4,45 g par kg de M.S. alors que pour les régimes à base d'acides aminés libres les teneurs sont multipliées par 2,4 pour une augmentation du taux de thréonine alimentaire de 4,2 à 5,0 g/kg de M.S. Ainsi comme dans le cas de la lysine, nous observons une accumulation importante de thréonine dans les tissus à partir de taux alimentaires inférieurs à l'estimation du besoin généralement admis.

Les teneurs en thréonine libre des deux tissus étudiés sont très voisines, pour un même taux de thréonine alimentaire, que les matières azotées du régime soient constituées de blé supplémenté ou uniquement d'acides aminés libres, lorsque la teneur en thréonine de l'aliment est relativement faible. Les teneurs observées dans le cas de taux alimentaires élevés sont toujours un peu plus fortes, chez les animaux ayant consommé les rations à base d'acides aminés libres. Cette différence est peut-être liée à la nature du lot de blé utilisé.

Les concentrations des autres acides aminés indispensables sont peu affectées par les taux de lysine et de thréonine de l'aliment, à l'exception de la thréonine qui s'accumule aussi bien dans le sang que dans le muscle des animaux dont le régime est fortement carencé en lysine, et de la lysine qui s'accumule dans le tissu musculaire des rats consommant un aliment fortement déficient en thréonine.

CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que la lysine et la thréonine sont capables de s'accumuler dans le sang et le muscle, lorsque les apports alimentaires sont supérieurs aux besoins, ou que leur utilisation est limitée par exemple par une carence en un autre acide aminé, et que leurs concentrations dans ces tissus varient avec la quantité qui est mise à la disposition de l'animal, lorsque les teneurs des régimes sont inférieures aux besoins. La mesure de ces concentrations peut donc constituer une méthode particulièrement sensible de mesure du degré de satisfaction du besoin en ces acides aminés, et par conséquent de leur taux de disponibilité dans les aliments.

Il nous reste à déterminer si des phénomènes du même ordre sont observés pour d'autres acides aminés indispensables importants, et notamment pour la méthionine, l'isoleucine et le tryptophane. Une expérimentation comparative sera également nécessaire pour déterminer si les éventuels coefficients de disponibilité sont transposables directement au porc, ou si un facteur de correction doit leur être appliqué.

Cette méthode est assez rapide, puisqu'une période expérimentale de 15 jours est suffisante, et se prête bien à l'étude de l'influence de différents traitements sur la valeur nutritive des protéines alimentaires. Les résultats ne sont valables que si chaque expérience comporte un lot témoin consommant un régime équilibré et bien connu.

Tableau 1

**TENEURS EN LYSINE LIBRE DES TISSUS SANGUIN ET MUSCULAIRE
EN FONCTION DES TENEURS EN LYSINE DES REGIMES**

Lysine du régime g/kg M.S.	Croît g/ .	Consommation g/l	Lysine mg/100 g tissu frais		
			Sang	Muscle	
Expérience I	4,2	4,2	18,3	1,3	2,7
	5,5	5,7	18,4	2,3	3,6
	6,7	5,8	17,6	2,7	4,1
	8,0	5,9	16,9	3,8	8,5
Expérience II	2,9	3,3	16,2	1,3	1,8
	5,5	6,0	16,9	2,4	4,6
	9,3	6,5	17,2	5,9	22,6
	10,3	7,0	17,8	6,4	22,9
Expérience III	7,7	6,7	17,7	3,9	10,7
	8,5	7,15	18,8	4,3	11,7
	11,7	7,0	18,4	6,0	21,7
	12,5	7,25	18,0	9,2	27,9
Expérience IV	8,5	5,8	15,9	4,5	9,6
	17,3	6,0	16,0	9,9	50,1

.../...

Tableau 2

**TENEUR EN THREONINE LIBRE DES TISSUS SANGUIN ET MUSCULAIRE
EN FONCTION DES TENEURS EN THREONINE DES REGIMES**

Thréonine du régime g/kg M.S.	Croft g/l.	Consommation g/l	Thréonine mg/100 g tissu frais		
			Sang	Muscle	
Expérience I	3,2	5,3	17,2	0,8	2,3
régime à base	3,7	6,3	17,9	1,3	4,9
de blé	4,2	6,1	16,7	1,5	5,4
	4,7	6,7	17,3	2,4	-
	5,5	7,15	18,6	5,1	20,5
Expérience II	3,45	5,3	17	0,8	2,7
régime à base	3,95	6,1	17,7	1,0	3,7
de blé	4,45	5,8	16,7	2,4	9,0
	4,95	5,8	16,0	3,2	11,4
	5,2	5,9	16,6	4,1	13,9
	5,7	5,8	15,95	5,2	18,5
	6,2	6,15	16,9	7,6	22,4
Expérience III	2,25	1,2	11,5	0,6	1,8
régime AAL	2,5	2,6	13,9	0,65	2,3
	2,75	3,1	14,3	0,8	2,3
	3,0	3,0	13,6	0,7	1,8
	3,25	4,7	14,95	1,2	4,0
	5,8	5,5	15,8	9,8	27,6
Expérience IV	3,7	5,5	15,8	1,2	4,3
régime AAL	4,2	5,8	15,1	2,0	7,6
	5,0	5,4	14,7	4,5	17,9