

other hand, the dispersion of the glycemia values for maxima and minima was wide ; it was however lower (v.c. from 9 up to 36 p. 100) in the portal than in the jugular vein (11 up to 46 p. 100) as for the theoretical curve.

The mean curve showed some more reduced minima and maxima but at similar times after the meal ; the signification of such an observation was limited by the dispersion of mean glycemia values, that was larger than with the previous method (17 up to 49 p. 100 in portal vein, 21 up to 57 p. 100 in jugular vein).

### 3. — *Starch meal*

The post-prandial glycemia showed a similar variation because of the discontinuity of its values depending on time. However, peaks were less numerous, more reduced and their duration was close to the previous one and only slightly dispersed (v.c. 2 to 7 p. 100).

Maxima and minima glycemiae varied less than before : 9 up to 23 p. 100 (variation coefficient) in portal vein, 9 up to 18 p. 100 in jugular vein and the values obtained with the theoretical curve were more accurate than those of the mean curve. The increase in the starch intake (800-1 200 g) led to a parallel increase in portal and peripheric blood glycemia, but the discontinuity of the phenomenon was maintained, however not in case of a maximum intake (30 g carbohydrates/kg, body weight) where the two peaks were identical.

Contrary to the observed phenomenon with glucose and in the case of increasing starch intake, portal glycemia, after 8 hours, was not back to the level observed in fasting animals, a fact which seems to indicate that the digestion of the meal is going on after that time.

The absorbed quantity of carbohydrates was proportional to the difference between the glycemia of both veins and to the difference between the integrals of both curves. It can be emphasized that the mean curve would underestimate that absorption (10 p. 100 less) and would give a less accurate value because of the greater variability than the theoretical curve and especially in case of carbohydrates with small molecular weight like glucose.

---

## MESURE QUANTITATIVE DE L'ABSORPTION DES ACIDES AMINÉS CHEZ LE PORC RECEVANT DES RÉGIMES A TAUX VARIABLES DE PROTÉINES

A. RÉRAT et P.-H. DUÉE

*Laboratoire de Physiologie de la Nutrition,  
Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,  
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,  
78350 Jouy en Josas*

---

Les bases d'une méthode permettant de mesurer les quantités de principes alimentaires absorbées par le tube digestif ont été exposées antérieurement (RÉRAT, 1971). Il s'agit, en l'occurrence, d'établir à tout moment après un repas défini, les différences de concentration de ces principes entre le sang efférent et le sang afférent de l'organe et de multiplier ces différences par le débit de sang correspondant. Dans ce but, des techniques indolores de prélèvement de sang ont été mises au point : canulation permanente de la veine porte permettant d'obtenir du sang efférent du tube digestif (ARSAC et RÉRAT, 1962), canulation permanente de la veine jugulaire fournissant du sang

systemique. En outre, il est procédé à l'implantation chronique d'une sonde d'un débitmètre électromagnétique (Médican K 2 000) sur la veine porte permettant d'apprécier à tout moment les variations de débit de sang dans le tube digestif.

Cette méthode a été appliquée chez le Porc à l'étude de l'absorption des acides aminés après ingestion de repas à taux variable de matières azotées, et plus particulièrement après ingestion de régimes protéoprives afin de préciser la nature et la quantité d'azote endogène réabsorbé (RÉRAT 1973). Les animaux (3 porcs *Large White* d'un poids vif de 40 à 45 kg) ont ainsi reçu 400 à 500 g d'un régime sans azote (92 p. 100 d'amidon de maïs, 8 p. 100 de cellulose) 15 heures après un repas normal à 16 p. 100 de protéines. Les prélèvements de sang synchronisés au niveau des 2 canules et diversement espacés dans le temps, se sont succédés pendant les 7 heures qui ont suivi les 5 repas expérimentaux ; les acides aminés libres ont été dosés dans les échantillons selon une méthode préconisée antérieurement (PION et RÉRAT, 1967).

A titre de comparaison, un régime équilibré (16 p. 100 de protéines de poisson ; PION, PRUGNAUD et RÉRAT, 1972) et un régime intermédiaire (8 p. 100 de protéines de poisson) ont été distribués à raison de 400 g par repas, le premier à deux animaux, le deuxième à un animal et des études identiques ont été entreprises.

Les résultats sont les suivants :

#### A. — Cas des régimes protéoprives

Les acides aminés libres totaux présentent une concentration variable dans le sang pendant la période post-prandiale, l'écart entre les valeurs extrêmes selon le temps pouvant atteindre 150 mg/l sang pour une moyenne de 450 mg/l. Les courbes d'évolution ne sont cependant pas exactement identiques pour le sang porte et pour le sang systémique. Ainsi, la concentration des acides aminés libres est généralement plus élevée dans le sang systémique que dans le sang porte ; cette tendance est toutefois inverse pendant certaines périodes dont la durée et le décalage après le repas sont variables d'un animal à l'autre. Il en résulte que pour les cinq animaux, la courbe moyenne d'évolution des concentrations dans le sang porte n'est pas significativement différente de l'évolution trouvée pour le sang périphérique.

L'évolution des différences de concentration entre sang porte et sang périphérique varie d'un acide aminé à l'autre, ce qui signifie que la composition de l'azote aminé absorbé n'est pas constante.

Si l'on tient compte du débit du sang dans le système porte, les quantités d'acides aminés résorbés sont variables d'un animal à l'autre. Ainsi, la totalité des acides aminés libres résorbés pendant 7-8 h après un repas protéoprive est comprise entre 5 et 16 g ; la quantité de lysine entre 0,6 et 1,1 g ; celles de méthionine et de thréonine entre 0 et 0,6 g. Dans la mesure où il s'agit bien d'acides aminés d'origine endogène — ce qu'on peut supposer compte tenu de la durée du jeûne préalable des animaux (15 h) —, ces variations peuvent être liées à des phénomènes de destruction dans le tube digestif ou de métabolisation dans la paroi digestive, phénomènes associés à des variations de l'état nutritionnel antérieur de l'animal.

#### B. — Cas des régimes à 16 p. 100 de protéines

La concentration des acides aminés libres totaux dans le sang s'élève dans de fortes proportions et cette élévation variable d'un animal à l'autre (50 à 150 p. 100) persiste pendant plusieurs heures. La concentration dans le sang porte est très nettement supérieure à celle trouvée dans le sang périphérique, au moins pendant les six heures qui suivent le repas.

Les quantités cumulées d'acides aminés libres totaux qui s'ajoutent au sang de la veine porte au cours des 7 heures qui suivent le repas représentent près de 80 p. 100 des acides aminés ingérés ; la composition du mélange d'acides aminés indispensables absorbés est voisine de la composition

des protéines ingérées malgré un taux de résorption qui est compris entre 73 (thréonine, isoleucine, arginine) et 94 (méthionine). Par contre, la fraction non indispensable subit des remaniements importants. Il ne saurait cependant être question de conclure avant d'avoir obtenu des résultats complémentaires.

Compte tenu du prélèvement opéré par les organes digestifs dans le sang artériel en vue de la synthèse des protéines ultérieurement éliminées dans la lumière intestinale, il ne paraît pas opportun, pour un animal en état d'équilibre azoté, de tenir compte de l'azote endogène, de composition, du reste, très variable, pour calculer l'absorption d'acides aminés d'origine exogène. L'apport endogène peut cependant être à l'origine de la variation enregistrée du taux d'absorption des acides aminés individuels.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARSAC M., RÉRAT A., 1962. Technique de fistulation de la veine porte chez le porc *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **2**, 335-343.
- PION R., RÉRAT A., 1967. Influence d'une supplémentation en lysine sur l'évolution de l'acido-acidémie porte du porc en croissance au cours de la digestion d'une ration à base de blé. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **268**, 623-635.
- PION R., PRUGNAUD J., RÉRAT A., 1972. Kinetics of the absorption of herring meal aminoacids and of DL-methionine of the Pig. *Nutr. Rep. Inter.*, **6**, 331-336.
- RÉRAT A., 1971. Mise au point d'une méthode quantitative d'études de l'absorption chez le porc. Journées d'études sur la physiologie et la Biochimie de la Digestion, Jouy en Josas. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 277-280.
- RÉRAT A., 1973. Tentative estimation of the amount of amino-acids resorbed during digestion of a protein free-diet (Abstr.). *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 497-517.

## SUMMARY

### QUANTITATIVE DETERMINATION OF AMINO ACID ABSORPTION IN THE PIG FED DIETS WITH VARIABLE PROTEIN CONTENTS

In a previous work, we described a method for the determination of the amount of nutrients absorbed by the digestive tract (RÉRAT, 1971). The principle of this method consisted in establishing, at every time after a defined meal, the concentration differences of these nutrients between efferent blood and afferent blood of the organ, and in multiplying these differences by the corresponding blood flow rate. For this purpose, some painless techniques of blood sampling have been perfected : chronic fistulation of portal vein to obtain efferent blood from the gut (ARSAC and RÉRAT, 1962), chronic fistulation of jugular vein providing systemic blood. Besides, a probe of an electromagnetic flow rate meter (Medicon K 2000) has been fixed permanently around the portal vein in order to estimate, at any time, variations of blood flow rate in the digestive tract.

Such a method has been applied in the pig to study the amino acid absorption after intake of meals of varying crude protein content and more especially after ingestion of protein free diets to define more accurately the nature and quantity of endogenous nitrogen reabsorbed (RÉRAT, 1972). Animals (3 *Large White* pigs of 40 to 50 kg live weight) have been fed 400 to 500 g of a protein free diet (92 p. 100 maize starch, 8 p. 100 crude fiber) 15 hours after a normal meal with 16 p. 100 proteins. Blood samplings synchronized from both fistulae and at different times,

have been made for 7 hours following the 5 experimental meals ; free amino acids were determined in the samples according to a previously described method (PION and RÉRAT, 1967).

By comparison, a well balanced diet (16 p. 100 fish proteins ; PION PRUGNAUD and RÉRAT, 1972) and a diet with 8 p. 100 fish protein were offered in meals of 400 g, the former to two animals, the latter to one animal and identical studies were made. We obtained the following results :

#### A. — *Protein free diets*

The concentration of total free amino acids varied in the blood during the post prandial period, the difference between extreme values according to time may reach 150 mg/l of blood for an average of 450 mg/l. However, the curves obtained were not exactly similar with portal and systemic blood. So, the free amino acid concentration was generally higher in the systemic than in the portal blood ; such a tendency is however inverted during some periods, the duration and occurrence after the meal of which are changing with animals. The result is that with the 5 animals, the mean curves of the concentrations in the portal blood were not significantly different from those obtained with peripheral blood.

The pattern of the concentration differences between portal and peripheral blood varied with the amino acid, which indicates that the composition of the absorbed amino nitrogen is not constant.

If we take into account the blood flow rate in the portal system, the quantities of resorbed amino acids varied with the animal. So, all free amino acids resorbed during 7-8 h after a protein free meal range between 5 and 16 g ; the amount of lysine between 0.6 and 1.1 g ; that of methionine and threonine between 0 and 0.6 g. Providing that the amino acids studied are of endogenous origin, which can be supposed from the previous length of fasting in the animals (15 h), those variations can be related to some break-down phenomena in the gut or to some processes of metabolization in the digestive wall, phenomena depending on variations in the previous nutritional state of the animal.

#### B. — *16 p. 100 protein diets*

The concentration of total free amino acids in the blood increased to a very high level and this enhancement which varied with the animal (50 to 150 p. 100) persisted for several hours. Concentration in the portal blood was definitely higher than that found in the peripheral blood, at least for six hours following the meal.

The cumulated quantities of total free amino acids which reach the portal vein blood during the 7 hours following the meal represented about 80 p. 100 of the ingested amino acids ; the composition of the absorbed essential amino acid mixture was similar to that of the ingested proteins in spite of a resorption rate ranging between 73 (threonine, isoleucine, arginine) and 94 (methionine). But, the non essential part underwent large changes. However, we cannot conclude before obtaining some complementary results.

As the digestive organs use arterial blood for synthesis of proteins that are going to be released in the intestinal lumen, it does not seem, at least for the nitrogen well balanced animal, to be necessary to take account of the endogenous nitrogen, (which is much variable) to determine the absorption of amino acids from exogenous origin.

The endogenous supply can however account for the recorded variation in the individual amino acid absorption rates.