

La vitamine B₆ (pyridoxine) et son effet régulateur sur les réponses métabolique et zootechnique à un supplément de tryptophane aux porcelets en sevrage hâtif

J. Jacques MATTE (1), Nathalie Le FLOC'H (2), Alain GIGUÈRE (1), Laurent Le BELLEGO (3) et Martin LESSARD (1)

(1) Centre de R & D sur le Bovin Laitier et le Porc Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Lennoxville, Qc, Canada

(2) INRA Unité mixte de recherche - SENAH, St-Gilles, France

(3) Ajinomoto Eurolysine s.a.s., Paris et Amiens, France

mattej@agr.gc.ca

avec la collaboration technique de M. Guillette (1), C. Mayrand (1), J. Boudreau (1), C. Boudreau (1), D. Morissette (1), N. Mézière (2) et M. Eudaimon (3) ainsi que M. F. Boucher (Ferme Magi-Porc) et M. Vignola (Shur-Gain, Qc, Canada).

La vitamine B₆ (pyridoxine) et son effet régulateur sur les réponses métabolique et zootechnique à un supplément de tryptophane aux porcelets en sevrage hâtif

La présente expérience visait à déterminer si le métabolisme du tryptophane et l'éventuel effet de suppléments de tryptophane (Try) sur les performances de croissance sont modulés par l'apport alimentaire de pyridoxine (vitamine B₆). Un total de 544 porcelets ont été groupés en 32 enclos de 17 animaux et distribués en quatre traitements factoriels : 2 suppléments alimentaires de B₆ (0 (B₆-) vs 5 ppm (B₆+)) et de Try synthétique (0 (Try-) vs 0,05 % (Try+) pour un ratio Try/Lys de 0,17 vs 0,20, respectivement. Les performances de croissance ont été recueillies chaque semaine, de 2 à 9 semaines d'âge. Des échantillons de sang ont été prélevés chez deux porcelets dans chaque enclos, à 2, 4, 6 et 8 semaines d'âge. Aucun effet des traitements n'a été noté sur la prise alimentaire, le gain moyen quotidien ou le taux de conversion alimentaire entre 2 et 9 semaines d'âge. Par contre, pendant la dernière semaine d'expérience, le gain moyen quotidien était plus élevé et le taux de conversion, environ 10 % plus bas, chez les porcelets B₆+Try+ que chez ceux des autres groupes. Le pyridoxal des érythrocytes était 19 % moins élevé chez les porcelets B₆- que chez les B₆+. Le Try et la kynurénine (un métabolite intermédiaire de l'oxydation du Try) plasmatiques diminuent avec l'âge. La nicotinamide plasmatique, un indicateur du statut en niacine, s'accroît avec l'âge et demeure plus élevée de 45 % chez les porcelets Try+. Bien que les effets tardifs des traitements (interaction B₆*Try) sur le métabolisme du Try et la performance de croissance méritent d'être mieux compris, les résultats de cette étude suggèrent que, globalement, le niveau de B₆ dans l'aliment n'est pas un facteur majeur de variation de l'utilisation du Try et, donc, du besoin en Try de ces animaux.

Vitamin B₆ and its regulatory effect on metabolism and growth responses to supplementary tryptophan in early-weaned pigs.

The present experiment aimed to determine if tryptophan (Try) metabolism and the eventual growth responses to dietary supplement of Try is modulated by the dietary supply of pyridoxine (B₆). Early-weaned piglets (n=544) were grouped in 32 pens of 17 animals and distributed in four factorial treatments: 2 dietary additions of B₆ (0 (B₆-) vs 5 ppm (B₆+)) and two dietary additions of synthetic Try (0 (Try-) vs 0.05 % (Try+) for a Try/Lys ratio of 0.17 vs 0.20, respectively). Growth performance was recorded every week from 2 to 9 wk of age. Blood samples were taken from two piglets in each pen at 2, 4, 6 and 8 wk of age. No treatment effect was observed on overall feed intake, daily gain or feed conversion, although daily gain was higher and feed conversion, approximately 10% lower in B₆+Try+ piglets than in piglets from other treatments during the last week of experiment. Pyridoxal in red blood cells was 19 % lower in B₆- than in B₆+ piglets. Plasma Try and kynurenine (an intermediate metabolite of Try oxidation) decreased with age. Plasma nicotinamide, an indicator of niacine status, increased with age and remained high by approximately 45 % in Try+ piglets than in Try- piglets. Although the late changes observed on metabolism of Try and on performance (interaction B₆*Try) deserve to be better understood, the present results suggest that vitamin B₆ is not a major factor for Try metabolism and therefore, for Try requirements of early-weaned piglets.

INTRODUCTION

L'interaction entre l'acide aminé tryptophane (Try) et la vitamine B₆ est connue depuis de nombreuses années en nutrition humaine. La déficience en vitamine B₆ peut, en fait, être détectée par un test de surcharge au Try (Bender, 1987). Dans ce cas, il y a accumulation dans le plasma et l'urine de métabolites intermédiaires de l'oxydation du Try, notamment, l'acide xanthurénique (Takeuchi et al., 1989).

En production porcine, on utilise depuis plusieurs années des suppléments en Try dans certains aliments pour les porcs. Chez les jeunes porcelets, les réponses zootechniques à de tels suppléments sont parfois inconstantes (absentes ou positives) (NRC, 1998). Une explication possible à cette situation pourrait être liée à une interaction avec d'autres nutriments impliqués dans le métabolisme du Try, entre autres, la pyridoxine. Un apport sub-optimal en B₆ pourrait ainsi limiter l'action métabolique du Try et, par conséquent, son effet sur les performances de croissance et/ou le développement de la compétence immunitaire.

Le test de surcharge au Try a également été utilisé chez le porc, dans des travaux anciens sur les besoins en pyridoxine des porcelets (Moustgaard, 1952). Plus récemment, on a montré que des suppléments alimentaires de B₆ accélèrent la disparition plasmatique du Try et accroissent la production de 3-OH-kynurénine suite à une surcharge gastro-entérale de Try (Matte et al., 2001). La 3-OH-kynurénine étant un des métabolite intermédiaires de la voie de la Try dioxygénase qui conduit à la production d'alanine (un acide aminé néoglucogénique) d'acétyl-CoA (oxydation complète) ou à la synthèse des métabolites de la niacine (vitamine B₃). Il semble donc que, chez le porc comme chez d'autres espèces (Bender, 1987), la voie de l'oxydation du Try est stimulée par la vitamine B₆.

Une autre voie métabolique impliquant le Try et la B₆ concerne la décarboxylation du Try qui conduit à la synthèse de sérotonine un neurotransmetteur dont les fonctions diverses impliquent notamment le contrôle de la prise alimentaire chez le porc (Baranyiova, 1991). Chez d'autres espèces, un supplément de Try stimule la synthèse de la sérotonine du cerveau (Hartvig et al., 1995) mais l'effet est plus marqué lorsque des suppléments combinés de B₆ et de Try sont utilisés (Lee et al., 1988). Chez le porc, il semble que le Try alimentaire puisse moduler la synthèse de la sérotonine du cerveau (Meunier-Salaün et al., 1991; Koopmans et al., 2006) mais l'importance de la vitamine B₆ dans cette voie métabolite n'est toujours pas connue.

La présente expérience a donc été entreprise afin d'évaluer l'importance de la B₆ comme régulateur des réponses métaboliques (pyridoxine et Tryp) et zootechniques à un supplément alimentaire de Try pendant la période critique qui suit le sevrage hâtif chez les porcelets. Des mesures exploratoires reliées à l'activation et la régulation de la réponse immunitaire ont également été faites mais ne seront pas présentées dans le cadre du présent exposé.

1. MATERIEL ET MÉTHODES

1.1. Les animaux, les traitements et les mesures

La phase animale s'est déroulée dans une installation post-sevrage commerciale (Magi-Porc, Shur-Gain, Québec). Nous y avons utilisé deux salles conçues pour des essais en conditions contrôlées. Chaque salle comptait 16 enclos logeant chacun 17 porcelets. Les porcelets ont été regroupés dans les enclos selon leur sexe et selon des intervalles de poids initial. Un total de 544 porcelets sevrés hâtivement

Tableau 1 - Composition des aliments expérimentaux des phases II, III et IV¹

Traitement Nutriment	Phase II				Phase III				Phase IV			
	B ₆ - Try -	B ₆ + Try -	B ₆ - Try +	B ₆ + Try +	B ₆ - Try -	B ₆ + Try -	B ₆ - Try +	B ₆ + Try +	B ₆ - Try -	B ₆ + Try -	B ₆ - Try +	B ₆ + Try +
Matière sèche ²	89,8	88,6	89,4	89,2	89,2	88,3	89,4	88,5	87,5	88,5	87,8	89,3
Protéine brute ²	19,9	19,9	19,9	19,8	19,1	18,5	18,5	18,5	17,0	16,5	16,3	16,3
Matière grasse ²	7,3	7,5	7,7	7,6	6,2	5,9	6,3	5,5	5,3	5,4	5,9	5,5
Fibre - ADF ²	2,7	2,6	2,8	2,7	3,3	3,0	3,4	3,0	3,6	3,5	3,5	3,1
Calcium ²	0,74	0,74	0,75	0,79	0,89	0,91	0,91	0,92	0,81	0,91	0,90	0,83
Phosphore ²	0,72	0,72	0,73	0,75	0,71	0,79	0,79	0,80	0,60	0,62	0,65	0,58
Sodium ²	0,37	0,38	0,38	0,40	0,23	0,21	0,23	0,25	0,21	0,21	0,28	0,19
Lysine (Lys) ²	1,42	1,42	1,43	1,42	1,26	1,23	1,22	1,25	1,17	1,15	1,11	1,11
Thréonine ²	0,84	0,84	0,85	0,83	0,76	0,74	0,74	0,73	0,76	0,75	0,73	0,73
Méthionine ²	0,42	0,43	0,44	0,43	0,38	0,37	0,37	0,36	0,34	0,34	0,34	0,34
Cystine ²	0,38	0,38	0,38	0,38	0,30	0,29	0,29	0,29	0,27	0,27	0,26	0,26
Tryptophane (Try) ²	0,255	0,255	0,289	0,289	0,215	0,210	0,254	0,253	0,201	0,194	0,229	0,227
Try/Lys	0,18	0,18	0,20	0,20	0,17	0,17	0,21	0,20	0,17	0,17	0,21	0,20
Pyridoxine (ppm) ²	3,5	4,9	2,1	5,8	2,8	6,7	2,9	5,8	2,7	6,3	2,6	6,1

¹ L'addition de minéraux trace par kg d'aliment pour les Phases II, III et IV étaient, respectivement : Zn, 3,1, 2,0, 0,2 g ; Cu, 130, 182, 125 mg. Pour toutes les phases, le fer, l'iode et le sélénium étaient ajoutés à 130, 2,05 and 0,3 mg, respectivement. L'addition de vitamines par kg d'aliment pour les Phases II, III, et IV étaient, respectivement: vitamine E, 103, 100, 41, IU ; biotine, 121, 75, 75 µg ; choline, 300, 280, 275 mg. Pour toutes les phases, la vitamine A, la vitamine D₃, le ménadione, la thiamine, la riboflavine, la niacine, l'acide pantothénique et la vitamine B₁₂ étaient additionnées, respectivement à 14,6 MUI, 1,5 MIU, 2,6 mg, 2,7 mg, 8,8 mg, 31 mg, 21 mg et 25 µg

² Valeurs analytiques exprimées en %, exception faite de la pyridoxine (ppm). L'analyse des acides aminés a été faite par Ajinomoto Eurolysine s.a.s., Amiens, France.

(± 2 semaines d'âge à $5,96 \pm 0,14$ kg,) a été groupé en 32 enclos de 17 animaux et distribué selon le sexe et le poids initial des animaux en quatre traitements factoriels (8 enclos par traitement) : 2 suppléments alimentaires de B_6 (0 (B_6^-) vs 5 ppm (B_6^+)) et 2 suppléments alimentaires de Try synthétique (0 (Try-) vs 0.05 % (Try+)). Le ratio Try/Lys moyen était respectivement de 0.17 vs 0.20 pour les traitements Try- et Try +. Le régime alimentaire était constitué d'aliments de type commercial à base de blé, maïs, poudre de lactosérum, et tourteau de soya offert *ad libitum* pendant toute la période expérimentale. Un premier aliment (phase I) a été offert à raison de 0,5 kg par animal durant les trois à quatre premiers jours à tous les animaux; il renfermait 21,7 % de protéines, 8,3 % de matières grasses, 1,9 % de fibres-ADF, 0,82 % de Ca, 0,84 % de P, 0,51 % de Na, 1,59 % de Lys, 1,05 % de Thr, 1,0 % de Met+Cys et 0,30 % de Try. Les suppléments de Try et/ou de B_6 ont été incorporés dans les aliments des phases II, III et IV dont la composition est décrite au Tableau 1. Les aliments de la phase II ont été offerts durant les trois à quatre derniers jours de la première semaine (1,5 kg par animal). Les aliments de la phase III ont été offerts durant les deuxième et troisième semaines suivant le sevrage (5,0 kg par animal), et ceux de la phase IV, depuis la quatrième semaine jusqu'à la septième semaine (inclusivement) suivant le sevrage (> 25 kg par animal).

Les performances de croissance (poids corporel, prise alimentaire et conversion alimentaire) ont été mesurées chaque semaine dans tous les enclos, de l'âge de 2 à 9 semaines. Des

échantillons de sang ont été prélevés chez 64 porcelets, deux animaux de poids moyen dans chaque enclos, avant l'initiation des traitements ainsi qu'à 4, 6 et 8 semaines d'âge.

1.2. Les mesures analytiques

Les échantillons sanguins ont servi à la détermination du pyridoxal (forme biologiquement active de la vitamine B_6) dans les érythrocytes, du Try plasmatique et de métabolites plasmatiques du Try (dépendants de la vitamine B_6) tels que la kynurénine et la niacine. Les concentrations plasmatiques et érythrocytaires de pyridoxal-5-phosphate ont été mesurées selon une méthode fluorométrique décrite par Matte et al. (1997). Les concentrations plasmatiques de Try et kynurénine ont été mesurées par HPLC selon une méthode adaptée de Widner et al. (1997). Le statut en niacine a été évalué à partir de la nicotinamide plasmatique mesurée également par HPLC selon une méthode adaptée de celle décrite par Santschi et al. (2005).

1.3. Les analyses statistiques

Les données ont été analysées selon un dispositif en blocs complets avec les traitements factoriels, supplémentations de B_6 (0 et 5 ppm) et de Try (0 et 0,04 %), comme facteurs principaux. Pour les mesures répétées, un sous-facteur, l'âge, a été ajouté au modèle statistique. Cet effet de l'âge ainsi que les interactions avec les traitements ont été décomposés en contrastes polynomiaux indépendants (effets linéaire, quadratique, etc).

Tableau 2 - Performances de croissance des porcelets selon les traitements alimentaires et l'âge des porcelets¹

Traitement	Item	B_6^- Try -	B_6^+ Try -	B_6^- Try +	B_6^+ Try +
Poids initial (kg)		$5,96 \pm 0,30$	$5,96 \pm 0,30$	$5,95 \pm 0,29$	$5,95 \pm 0,29$
N enclos /		8 /	8 /	8 /	8 /
N porcelets		136	136	136	136
Semaine 1					
Prise alimentaire (kg/porcelet)		$1,08 \pm 0,04$	$1,15 \pm 0,03$	$1,12 \pm 0,04$	$1,16 \pm 0,03$
Gain de poids (kg/porcelet)		$0,99 \pm 0,04$	$1,09 \pm 0,04$	$0,96 \pm 0,10$	$1,06 \pm 0,04$
Conversion alimentaire ²		$1,09 \pm 0,03$	$1,06 \pm 0,03$	$1,33 \pm 0,24$	$1,10 \pm 0,03$
Semaines 2 à 4					
Prise alimentaire (kg/porcelet)		$6,50 \pm 0,09$	$6,61 \pm 0,15$	$6,64 \pm 0,13$	$6,50 \pm 0,11$
Gain de poids (kg/porcelet)		$5,21 \pm 0,08$	$5,30 \pm 0,09$	$5,39 \pm 0,06$	$5,11 \pm 0,10$
Conversion alimentaire ²		$1,25 \pm 0,02$	$1,25 \pm 0,01$	$1,23 \pm 0,02$	$1,27 \pm 0,01$
Semaines 4 à 7					
Prise alimentaire (kg/porcelet)		$25,80 \pm 0,49$	$25,86 \pm 0,66$	$25,60 \pm 0,59$	$24,97 \pm 0,70$
Gain de poids (kg/porcelet)		$16,26 \pm 0,37$	$16,15 \pm 0,40$	$15,52 \pm 0,39$	$15,96 \pm 0,43$
Conversion alimentaire ²		$1,59 \pm 0,03$	$1,60 \pm 0,02$	$1,65 \pm 0,04$	$1,56 \pm 0,01$
Semaines 1 à 7					
Prise alimentaire (kg/porcelet)		$33,38 \pm 0,46$	$33,63 \pm 0,75$	$33,35 \pm 0,69$	$32,63 \pm 0,80$
Gain de poids (kg/porcelet)		$22,46 \pm 0,31$	$22,53 \pm 0,45$	$21,87 \pm 0,40$	$22,13 \pm 0,50$
Conversion alimentaire ²		$1,49 \pm 0,02$	$1,49 \pm 0,02$	$1,53 \pm 0,03$	$1,47 \pm 0,01$
Poids final (kg)		$28,42 \pm 0,44$	$28,50 \pm 0,70$	$27,82 \pm 0,43$	$28,08 \pm 0,75$
N enclos /		8 /	8 /	8 /	8 /
N porcelets		134	134	133	135
Taux de mortalité (%)		1,5	1,5	2,2	0,7

¹ Les valeurs correspondent aux moyennes par enclos $\pm$ erreur standard (ESM)

² Prise alimentaire / Gain de poids

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Les données zootechniques

Aucun effet des traitements ($P > 0,19$) n'a été noté sur les valeurs globales de prise alimentaire (679 ± 7 g), gain moyen quotidien (454 ± 4 g) ou taux de conversion alimentaire ($1,50 \pm 0,01$) entre 2 et 9 semaines d'âge (Tableau 2). Néanmoins, pendant la dernière semaine d'expérience, le gain moyen quotidien était plus élevé et le taux de conversion, environ 10% plus bas, chez les porcelets B_6 +Try+ que chez ceux des autres groupes (B_6 *Try*âge linéaire $P < 0,02$) (Figure 1).

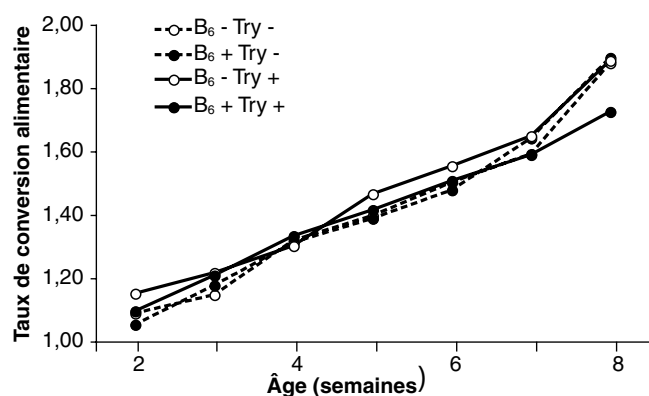


Figure 1 - Évolution du taux de conversion alimentaire selon les traitements alimentaires et l'âge des porcelets

2.2. Le statut en vitamine B_6 et les métabolites du Try

Le pyridoxal des érythrocytes était 19 % moins élevé chez les porcelets B_6 - ($2,8 \pm 0,1$ μ M) que chez les B_6 + ($3,3 \pm 0,1$ μ M) (B_6 *âge quadratique, $P < 0,01$) (Figure 2). Cette réponse est semblable à ce qui a déjà été observée dans des conditions similaires (Matte et al., 2001; Matte et al., 2005).

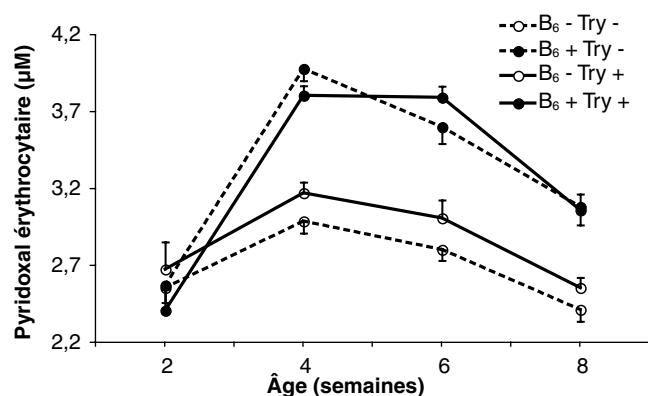


Figure 2 - Évolution du pyridoxal érythrocytaire selon les traitements alimentaires et l'âge des porcelets

Les valeurs initiales ($33,1 \pm 1,5$ μ M) de Try plasmatique ont diminué ($P < 0,01$) avec l'âge. Cette réponse, bien que statistiquement non significative, était numériquement plus prononcée chez les porcelets témoins B_6 - Try- que chez les autres; les valeurs à l'âge de 8 semaines étaient respectivement de $21,8 \pm 2,3$ μ M contre $25,6 \pm 2,2$ μ M (Figure 3). Il est possible que cette épargne apparente de Try par la B_6

soit occasionnée par la microflore de l'intestin grêle puisque la synthèse bactérienne du Try à partir de la L-sérine et du (1-indol-3-yl) glycérol 3-phosphate est catalysée par la Try synthase, une enzyme dépendante de la vitamine B_6 (Expassy, 2003).

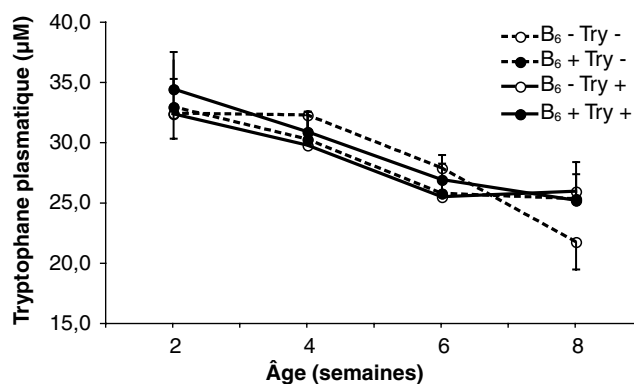


Figure 3 - Évolution du Try plasmatique selon les traitements alimentaires et l'âge des porcelets

Les valeurs initiales ($1,48 \pm 0,09$ μ M) de la kynurénine plasmatique, métabolite intermédiaire de l'oxydation du Try, ont diminué avec l'âge, mais les valeurs tendaient à être plus élevées chez les porcelets Try+ que chez les porcelets Try- (Try *âge, linéaire, $P < 0,01$), ce dernier phénomène tendant à être plus marqué chez les porcelets B_6 + Try+ (B_6 *Try, $P < 0,07$) (Figure 4). Ces effets de traitement doivent être interprétés avec prudence compte tenu de la différence ($P > 0,06$) dans les valeurs initiales prétraitement entre les porcelets sélectionnés pour les traitements Try+ et Try- à l'âge de 2 semaines.

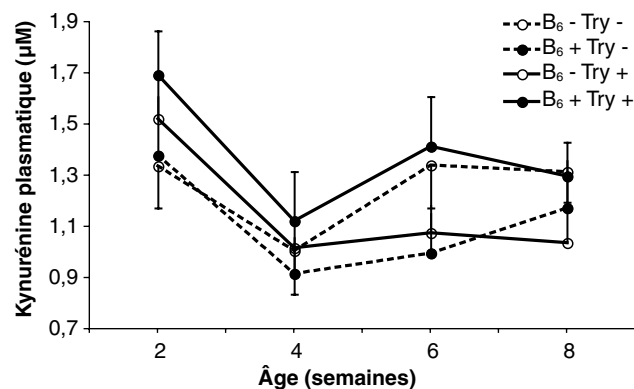


Figure 4 - Évolution de la kynurénine plasmatique selon les traitements alimentaires et l'âge des porcelets

Les valeurs initiales ($3,20 \pm 0,24$ μ M) de la nicotinamide plasmatique, un indicateur du statut en niacine, ont augmenté avec l'âge et les valeurs sont demeurées élevées chez les porcelets Try+ tandis qu'elles ont diminué graduellement chez les porcelets Try- (Try *âge, cubique, $P < 0,006$) (Figure 5). L'impact du supplément de Try est ici considérable, les valeurs de nicotinamide plasmatique étant au moins 45 % plus élevées. Ce lien entre le Try et la niacine est bien connu (Le Grusse et Watier, 1993) chez plusieurs espèces, dont le porc (Markant et al., 1993), bien que dans cette dernière étude, la plage des niveaux de Try était beaucoup plus étendue (ratio Try/Lys à 0,14 et 0,21) que celle utilisée dans la présente expérience (0,17

et 0,21). Lorsque le niveau de niacine est sub-optimal, on pourrait penser qu'une partie du supplément de Try soit utilisé pour synthétiser de la niacine. Dans la présente situation, cela apparaît peu probable, du moins pendant les premières 6 semaines, car, d'une part, aucune réponse de croissance n'a pu être mise en évidence et, d'autre part, le niveau de niacine alimentaire totale était (moyenne $\pm$ ESM) de $50,3 \pm 1,2$ ppm (ajout synthétique de 31 ppm). Cet apport est largement plus élevé que les recommandations du NRC (1998) et de l'INRA (1984) qui varient entre de 12,5 et 20 mg/kg pour ces tranches d'âge. L'ARC (1981) estime le besoin en niacine du porcelet en tenant compte du niveau de base de Try de l'aliment. Ainsi pour des porcelets de moins de 10 kg, la recommandation est de 20 ppm chez des porcelets dont l'aliment contient moins de 0,27 % de Try ; les valeurs correspondantes pour les porcelets de plus de 10 kg est de 14 ppm lorsque l'aliment contient 0,16 % ou moins de Try

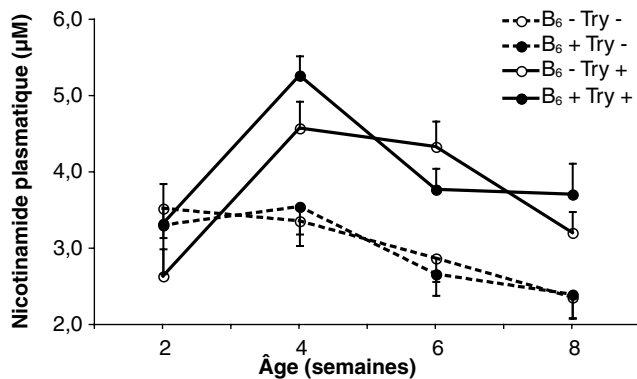


Figure 5 - Évolution de la nicotinamide plasmatique selon les traitements alimentaires et l'âge des porcelets

Pendant les six premières semaines, chez les animaux ayant reçu un supplément de Try, l'absence de réponse des performances de croissance et du Try plasmatique, combiné aux effets de traitements sur la kynurénine et la nicotinamide plasmatiques suggèrent que la partition métabolique du Try alimentaire supplémentaire ait favorisé l'oxydation de cet acide aminé. Si tel est le cas, ce processus n'apparaît pas limité par la variation du statut en pyridoxine induite par les traitements alimentaires de B₆. En ce qui concerne plus spécifiquement les performances de croissance, ces résultats sont

cohérents avec ceux d'études antérieures nord-américaines montrant que les besoins totaux en Try pour des animaux de 5 à 20 kg se situeraient à 0,18 % (Guzik et al., 2002). Les valeurs correspondantes européennes sont estimées à des niveaux plus élevés, soit 0,21 % (Eder et al., 2003). Plusieurs facteurs extrinsèques à l'animal, d'ordre sanitaire (Le Floch et al., 2007) ou environnemental, et/ou intrinsèques (génétique ou stade physiologique) méritent d'être mieux étudiés dans ce contexte, en utilisant des mesures pointues comme les indicateurs métaboliques de la partition du Try de la présente expérience. Ainsi, on pourra cibler des pistes permettant de mieux comprendre ces différences de réponse au Try.

Les changements de performance zootechnique observés (interaction B₆*Try) durant la dernière semaine de l'expérience associés à la baisse globale du Try, de la kynurénine et de la niacine plasmatiques suggèrent un changement de l'utilisation métabolique du Try et de la pyridoxine vers la fin de la période expérimentale. Schutte et al. (1995) ont rapporté que le niveau optimal de Try alimentaire pour les animaux dont le poids corporel se situe entre 20 et 40 kg serait de 0,21 %, ce qui laisse penser que les régimes non supplémentés pourraient avoir été sub-optimaux durant la dernière partie (phase IV) de la présente expérience.

CONCLUSION

Les effets tardifs des suppléments alimentaires du Try et de vitamine B₆ sur le métabolisme et la performance de croissance ainsi que l'évolution globale des indicateurs métaboliques de la partition du Try méritent d'être mieux compris. Globalement, les résultats de cette étude indiquent que le niveau de vitamine B₆ dans l'aliment n'est pas un facteur majeur de variation de l'utilisation du Try et donc du besoin en Try des animaux. Toutefois, des investigations plus poussées des facteurs qui contrôlent la partition de l'utilisation métabolique du Try méritent d'être poursuivies.

REMERCIEMENTS

Ce projet a été rendu possible grâce au support financier de la firme Ajinomoto Eurolysine s.a.s. et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARC., 1981. The Nutrient Requirements of Pigs. Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough. England.
- Baranyiova E., 1991. Effect of Serotonin on Food Intake by Piglets During the Early Postnatal Period. *Acta Veterinaria Brno.*, 60, 127-136.
- Bender D.A., 1987. Oestrogens and vitamin B₆ actions and interactions. *World Rev. Nutr. Diet.*, 51, 140-188.
- Eder K., Nonn H., Kluge H., Peganova S., 2003. Tryptophan requirement of growing pigs at various body weights. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 87, 336-346.
- EXPASY, 2003. <http://ca.expasy.org/cgi-bin/nicezyme.pl?4.2.1.20>.
- Guzik A.C., Southern L.L., Bidner T.D., Kerr B.J., 2002. The tryptophan requirement of nursery pigs. *J. Anim. Sci.*, 80, 2646-2655.
- Hartvig P., Lindner K.J., Bjurling P., Langstrom B., Tedroff J., 1995. Pyridoxine effect on synthesis rate of serotonin in the monkey brain measured with positron emission tomography. *J. Neur. Trans. - Gen. Sect.*, 102, 91-97.
- INRA, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. INRA, Paris, France.
- Koopmans S.J., Guzik A.C., van der Meulen J., Dekker R., Kogut J., Kerr B.J., Southern, L.L., 2006. Effects of supplemental L-tryptophan on serotonin, cortisol, intestinal integrity, and behavior in weanling piglets. *J. Anim. Sci.*, 84, 963-971.
- Lee N.S., Muhs G., Wagner G.C., Reynolds R.D., Fisher H., 1988. Dietary pyridoxine interaction with tryptophan or histidine on brain serotonin and histamine metabolism. *Pharmacol. Biochem. Behavior.*, 29, 559-564.

- Le Floc'h N., Melchior D., Le Bellego L., Matte J.J., Sève B., 2007. Le statut sanitaire affecte-t-il le besoin en tryptophane pour la croissance des porcelets après le sevrage ? *Journées Rech. Porcine* 39, 125-132.
- Le Grusse J., Watier B., 1993. Les vitamines, données biochimiques, nutritionnelles et cliniques. Centre d'étude et d'informations sur les vitamines, produits Roche, Neuilly-sur-Seine, France.
- Markant A., Kuhn M., Walz O.P., Pallauf J., 1993. The intermediate relationship of nicotinamid and tryptophan in piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 70, 225-235.
- Matte J.J., Girard C.L., Sève B., 2001. Effects of long term parenteral administration of vitamin B6 on B6 status and some aspects of the glucose and protein metabolism of early-weaned piglets. *Brit. J. Nutr.*, 85, 11-21.
- Matte J.J., Ponter A.A., Sève B., 1997. Effects of chronic parenteral pyridoxine and acute enteric tryptophan on pyridoxine status, glycemia and insulinemia stimulated by enteric glucose in weanling piglets. *Can. J. Anim. Sci.*, 77, 663-668.
- Matte J.J., Giguère A., Girard C., 2005. Some aspects of the pyridoxine (vitamin B6) requirement in weanling piglets. *Brit. J. Nutr.*, 93, 723-730.
- Meunier-Salaün M. C., Monnier M., Colleaux Y., Seve B., Henry Y., 1991. Impact of Dietary Tryptophan and Behavioral Type on Behavior, Plasma Cortisol, and Brain Metabolites of Young Pigs. *J. Anim. Sci.*, 69, 3689-3698.
- Moustgaard J., 1952. The vitamin B requirement of young pigs to ensure the best possible gain and feed utilisation. *Intern. Congr. Anim. Husb. VI.*, 2, 125-144.
- NRC (National research Council), 1998. Nutrient requirements of swine (10th ed.) National Academy Press, Washington, DC.
- Santschi D.E., Berthiaume R., Matte J.J., Mustafa A.F., Girard C.L., 2005. Fate of supplementary B-vitamins in the gastrointestinal tract of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 88, 2043-2054.
- Srivastava S.K., Beutler E., 1973. A new fluorometric method for the determination of pyridoxal 5'-phosphate. *Biochem. Biophys. Acta*, 304, 765-773.
- Schutte J.B., Verstraten A.J.M.A., Lenis N.P., Dejong J., Vandiepen J.T.M., 1995. Requirement of young pigs for apparent ileal digestible tryptophan. *Nether. J. Agric. Sci.*, 43, 287-296.
- Widner B., Werner E.R., Schennach H., Wachter H., Fuchs D., 1997. Simultaneous measurement of serum tryptophan and kynurenine by HPLC. *Clin. Chem.* 43, 2424-2426.
- Takeuchi F., Tsubouchi R., Izuta S., Shibata Y., 1989. Kynurenine metabolism and xanthurenic acid formation in vitamin B6-deficient rat after tryptophan injection. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 35, 111-122.