

Conséquences d'apports réduits en cuivre dans l'aliment du porc en croissance-finition

D. MATHÉ (1), D. GUILLOU (2), Séverine FLESSELLE (1)

U.N.C.A.A., Division Nutrition et Santé Animales, Ets U.C.A.A.B.

(1) B.P. 19, 02402 Château-Thierry Cedex

(2) B.P. 96669, 35766 Saint-Grégoire Cedex

Avec la collaboration technique du personnel du Centre de Recherche de l'UCAAB

Conséquences d'apports réduits en cuivre dans l'aliment du porc en croissance-finition

Deux expériences ont été réalisées pour mesurer la réponse à la réduction des apports en cuivre. Dans la première expérience, les porcs ont reçu un aliment unique supplémenté avec 80 mg/kg de cuivre et 65 mg/kg de zinc (HAUT) ou avec 5 mg/kg de cuivre et 45 mg/kg de zinc (BAS). Les teneurs plasmatiques en cuivre et zinc ainsi que les hémogrammes et la formule leucocytaire ont été déterminés après 63 jours d'essai. La seconde expérience visait à mesurer l'écart de réponse zootechnique entre deux aliments croissance supplémentés avec 170 mg/kg (CU+) ou 5 mg/kg (CU-) de cuivre. Puis, jusqu'à l'abattage, tous les porcs recevaient un aliment supplémenté avec 5 mg/kg de cuivre. Dans la première étude, le traitement n'a pas affecté les performances. Les teneurs plasmatiques en cuivre n'étaient pas modifiées alors que les teneurs en zinc étaient significativement ($P < 0,0001$) supérieures pour l'aliment HAUT (0,76 vs 0,53 mg/l). Les traitements BAS et HAUT n'ont pas eu de répercussion sur l'hémogramme ni sur la formule leucocytaire. Dans la seconde expérience, les porcs du traitement CU+ ont réalisé de meilleurs GMQ (924 vs 878 g/j ; $P = 0,0005$) et IC (2,25 vs 2,35 ; $P = 0,0009$) pendant la période expérimentale. Aucun effet n'a été observé sur la période ultérieure. Nous confirmons que de fortes doses de cuivre doivent être ajoutées pour obtenir une réponse de croissance, au détriment des rejets. Au doses les plus faibles, les critères biologiques évalués étaient affectés par la réduction des teneurs en cuivre et zinc.

Consequences of reduced copper addition to feed on growing-finishing pigs.

Two trials were conducted for measuring response to a reduction of copper (Cu) addition to feed. In trial 1, the pigs received a single feed including either 80 mg/kg added Cu and 65 mg/kg added zinc (Zn) (treatment HAUT) or 5 mg/kg added Cu and 45 mg/kg added Zn (treatment BAS). Plasma Cu and Zn, haemoglobin, red cells and leucocytes were determined after 63 d on trial. Trial 2 aimed at determining the growth difference resulting from feeding different Cu levels during the growing phase. The compared levels were : 170 mg/kg added Cu (CU+) and 5 mg/kg added Cu (CU-). Then pigs received up to slaughterweight a common finisher diet (added Cu : 5 mg/kg). Results from trial 1 indicated no effect of treatment on growth measurements. Plasma Cu did not vary among treatments, but plasma Zn reached significantly higher values in treatment HAUT (0,76 vs 0,53 mg/l for treatments HAUT and Bas respectively, $P < 0,0001$). Other blood parameters were not affected by treatment. In trial 2, pigs on treatment CU+ gained more weight during the growing phase (ADG : 924 vs 878 g for treatments CU+ and CU- respectively, $P < 0,0005$) and FCR was improved (2.25 vs 2.35 for treatments CU+ and CU- respectively, $P < 0,0009$). No effect of treatment was observed during the finishing phase. We confirmed that high levels of added Cu are necessary to induce growth response, resulting in high Cu output in manure. The biologicals parameters measured were reduced at the lowest Cu and Zn supply.

INTRODUCTION

Le cuivre est utilisé depuis de nombreuses années dans l'alimentation du porc pour son effet de type facteur de croissance. Une revue de WALLACE (1967) basée sur 154 essais conduits aux USA montre une augmentation de la vitesse de croissance de 6,5% et de 3,6% et une diminution 2,3% et 1,1% de l'indice de consommation, respectivement pour le porc en croissance et le porc en croissance-finition. BRAUDE (1975) rapporte quant à lui dans une étude impliquant 205 essais que l'addition de 250 ppm de cuivre améliore de 5 à 10,5% le Gain Moyen Quotidien (GMQ) et de 3,9% à 8,1% l'Indice de Consommation (IC) selon l'âge des animaux.

Cependant, les teneurs auxquelles ces effets sont obtenus dépassent largement les besoins des animaux. Ces derniers sont estimés entre 5 et 10 mg/kg dans l'aliment pour le porc en croissance (OKONKWO et al, 1979; NRC, 1998). Dans l'Union Européenne, la réglementation autorise actuellement jusqu'à 175 mg/kg d'élément cuivre dans les aliments des porcs âgés de moins de 16 semaines, 100 mg/kg de 16 semaines à 6 mois d'âge et 35 mg/kg pour les porcs de plus de 6 mois (JOCE, 1999).

Toutefois, la rétention du cuivre est faible (environ 10 % pour une ingestion de cuivre variant de 2,4 à 16,5 mg/j/kg PV^{0.75}) et peu dépendante du niveau dans l'aliment (APGAR et KORNEGAY, 1996). Elle conduit à une excrétion importante dans l'environnement, laquelle entraîne une augmentation de la teneur en cuivre dans les sols recevant du lisier de porcs. A terme, l'augmentation de la teneur en cuivre des sols pourrait être phytotoxique. De plus, des teneurs élevées en cuivre dans l'eau potable (3 mg/L, NAS, 2000) pourraient entraîner chez l'homme des troubles de la digestion et dans le cas de populations sensibles une toxicité au niveau hépatique.

Nous avons souhaité évaluer au travers de deux essais conduits en station expérimentale l'incidence d'une réduction des apports de cuivre dans l'aliment du porc charcutier. Dans le premier essai, nous avons comparé deux apports de cuivre et de zinc dans un aliment porc charcutier unique. Dans le cadre du second essai nous avons évalué la réponse de porcs en croissance à l'addition de forts taux de cuivre. En plus des performances zootechniques, des analyses sanguines ont été réalisées dans le premier essai.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux et logement

L'essai s'est déroulé au Centre de Recherche Zootechniques Appliquées de l'UCAAB à Montfaucon (Aisne). Les animaux nés sur l'élevage sont issus de truies Alfa+ et de verrats Défi+ du schéma génétique GENE+. Les animaux utilisés pour les essais étaient des mâles castrés et des femelles âgés de 70 jours d'âge environ à la mise en lots. Les mises en lots ont été réalisées de manière similaire pour les deux essais : 12 blocs composés de 2 mâles castrés et de 2 femelles ont été constitués, soit 48 porcs par salle. Deux salles ont été mises en œuvre pour le premier essai et une salle pour le second.

Les porcs sont logés individuellement dans des cases de 1,6 m², munies d'un nourrisseur et d'un abreuvoir automatique. Ces cases reposent sur un caillebotis béton intégral.

1.2. Régimes expérimentaux et alimentation (tableau 1)

Dans l'essai 1, la formule de base majoritairement composée de blé, de pois, et de tourteau de soja a été complétée avec un Complément Oligo-Vitaminique (COV) qui apportait 80 mg de cuivre et 65 mg de zinc par kg d'aliment dans l'aliment HAUT, et 5 mg de cuivre (CuSO₄) et 45 mg de zinc par kg d'aliment dans l'aliment BAS. Les deux aliments contenaient 20 mg de tylosine phosphate par kg d'aliment.

Dans l'essai 2, Les aliments croissance ne différaient que par leur teneur en cuivre, à savoir, 17 mg/kg d'aliment (5 mg ajoutés) pour l'aliment CU- et 171 mg/kg pour l'aliment CU+ (170 ajoutés). La formule de base comportait principalement du blé, de l'orge et du pois. Elle ne contenait pas de facteur de croissance antibiotique mais 250 Unités Phytasiques microbiennes y avaient été incorporées. 5 mg/kg de cuivre et 65 mg/kg de zinc ont été ajoutés dans l'aliment de finition qui ne contenait pas de facteur de croissance ni de phytase microbienne.

Dans les deux essais, le cuivre était apporté sous forme de sulfate (CuSO₄.5H₂O) et le zinc sous forme d'oxyde (ZnO).

Les aliments ont été fabriqués et granulés à l'atelier expérimental de l'UCAAB.

Des analyses chimiques ont été réalisées au Laboratoire d'Analyse et de contrôle de l'UCAAB (Chierry, Aisne) sur les échantillons moyens représentatifs de l'ensemble des différentes fabrications. Ces analyses chimiques n'ont pas révélé de différence majeure entre les aliments expérimentaux, à l'exception des teneurs en cuivre et zinc. Alors que pour le cuivre, l'écart entre les aliments Cu- et Cu+ (essai 2) est légèrement inférieur à celui attendu (153 mg/kg contre 165 mg/kg), les teneurs en zinc reflètent les valeurs calculées (tableau 1).

Les animaux ont été soumis à un plan de rationnement progressif atteignant un plafond de 2,3 kg par porc et par jour. Dans l'essai 2, les aliments croissance ont été distribués jusqu'au 42^{ème} jour de l'essai. L'aliment finition, commun à tous les porcs a été distribué après cette date jusqu'à la fin de l'engraissement.

1.3. Mesures effectuées

Les animaux ont été pesés individuellement le jour de la mise en lots, puis toutes les trois semaines environ jusqu'au jour de l'abattage. Pour ce dernier jour, les animaux ont été mis à jeun à 5 heures du matin le jour de la pesée qui s'est déroulée à 09H00. Les porcs ont ensuite été conduits à l'abattoir d'Amiens (Somme) situé à 200 km, pour y être abattus la nuit suivante. Le temps entre le dernier repas et l'abattage des porcs est de 24 heures. Les mesures conventionnelles décrivant la carcasse ont été réalisées sur la chaîne d'abattage (poids de carcasse, épaisseurs de lard G1, G2 et

Tableau 1 - Composition et caractéristiques chimiques des régimes expérimentaux dans les essais 1 et 2

| | Essai 1 | | Essai 2 | | |
|--|----------------|-------|--------------------|-------|------------------|
| | Aliment Unique | | Aliment Croissance | | Aliment Finition |
| | BAS | HAUT | CU- | CU+ | F |
| Matières premières (% brut) | | | | | |
| Blé | 39,98 | | 40,50 | | 28,00 |
| Pois | 20,00 | | 15,00 | | 20,00 |
| Orge | - | | 12,00 | | 25,00 |
| T. Soja | 11,60 | | 8,00 | | 5,00 |
| T. Colza | 6,00 | | 7,00 | | 6,00 |
| Manioc | 5,00 | | - | | - |
| T. Tournesol | 4,00 | | - | | - |
| Drèches de blé | 7,50 | | - | | - |
| Son de blé | - | | 5,00 | | 3,00 |
| Pulpes de betterave | - | | 4,00 | | 4,00 |
| Luzerne | 3,00 | | - | | - |
| Mélasses | - | | 4,00 | | 4,00 |
| Graisse | - | | 1,50 | | 1,50 |
| Carbonate de chaux | - | | 0,11 | | 1,18 |
| Phosphate bicalcique | 0,80 | | 0,60 | | 0,60 |
| Sel | 0,44 | | 0,10 | | 0,36 |
| Ucx Lysine 200 | 0,62 | | 0,88 | | 0,30 |
| Ucx Méthio 100 | 0,06 | | 0,11 | | 0,06 |
| Udt Phytase | - | | 0,20 | | - |
| COV (1) | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 |
| Valeurs nutritionnelles calculées | | | | | |
| Énergie Nette, MJ/kg | 9,50 | | 9,50 | | 9,54 |
| Cuivre ajouté, mg/kg | 5 | 80 | 5 | 170 | 5 |
| Zinc ajouté, mg/kg | 45 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Analyses chimiques | | | | | |
| Humidité, % | 11,50 | 11,76 | 13,03 | 12,76 | 13,15 |
| MAT, % | 17,85 | 17,85 | 15,50 | 15,75 | 14,30 |
| Matières Minérales, % | 5,49 | 5,29 | 5,09 | 5,09 | 5,54 |
| Cellulose brute, % | - | - | 4,74 | 4,96 | 4,74 |
| Calcium, % | 0,89 | 0,80 | 0,90 | 0,92 | 1,08 |
| Phosphore, % | 0,50 | 0,51 | 0,49 | 0,49 | 0,47 |
| Cuivre, mg/kg | 15 | 86 | 17 | 171 | 13 |
| Zinc, mg/kg | 77 | 97 | 94 | 83 | 93 |
| Fer, mg/kg | 305 | 291 | 222 | 239 | 259 |

(1) Les COV différaient pour les différents traitements et essais ; **Essai 1**, tylosine, aliment HAUT vs BAS : différence sur le Cu ,

Essai 2 : pas de facteur de croissance ni d'antibiotique, différences des teneurs en Cu pour CU- et CU+ ; COV finition identique au COV de l'aliment CU-

de muscle M2). La Teneur en Viande Maigre et le rendement de carcasse ont été calculés à partir de ces différents critères selon les équations officielles.

Les consommations individuelles d'aliment sont calculées à la semaine en tenant compte des quantités d'aliment offertes et refusées. Les indices de consommation ont été calculés sur les intervalles entre deux pesées.

Dans le cadre du 1^{er} essai des prises de sang ont été effectuées au niveau de la veine jugulaire 63 jours après le début de l'essai. Ces prélèvements ont permis de déterminer les teneurs plasmatiques en cuivre, zinc et magnésium (Laboratoire d'Analyse et de Contrôle de l'UCAAB), de

même que la formule leucocytaire (en relation avec le zinc) et la formule sanguine (en relation avec le cuivre) au Laboratoire d'Analyses Biologiques et Médicales Rousselet (Château Thierry, Aisne).

1.4. Analyses statistiques

Les données ont été analysées par analyse de variance à l'aide de la procédure GLM de SAS (Version 6.12). Les effets principaux étaient le traitement, le sexe et le bloc intra-salle pour l'essai 1 et le traitement, le sexe et le bloc pour l'essai 2. Les moyennes ont été ajustées (LSMEANS) par la méthode des moindres carrés et ont été séparées par un test de Student.

2. RÉSULTATS

2.1. Résultats de l'essai 1

2.1.1. Performances de croissance

Lors de la mise en lots, les porcs pesaient 28,7 kg en moyenne pour l'essai 1. D'un point de vue général, cet essai s'est déroulé sans problèmes particuliers.

Les événements sanitaires relevés pendant l'essai n'étaient pas influencés par le traitement. Aucune diarrhée ou déjection molle n'ont été observées. Les seuls problèmes d'aplombs mentionnés concernaient des lésions d'onglons.

Aucun effet du traitement n'est apparu significatif sur les variables testées. L'effet du sexe est quant à lui significatif sur le poids à 42 jours d'essai et sur la Consommation Moyenne Journalière (CMJ) sur la durée totale de l'essai. L'effet du bloc intra-salle est significatif ($P < 0,01$) sur l'ensemble des variables analysées à l'exception du poids à l'abattage, ce qui était prévisible avec un objectif d'abattage à poids constant (tableau 2).

2.1.2. Caractéristiques de la carcasse

L'aliment n'a pas eu d'effet sur les caractéristiques de la carcasse. En revanche, l'effet du sexe est significatif sur l'ensemble des critères de description de la carcasse étudiés ici ($P < 0,06$) (tableau 2).

2.1.3. Paramètres sanguins

L'effet de l'aliment n'est significatif que pour la teneur en zinc du plasma ($P < 0,0001$) qui est plus faible chez les individus ayant reçu l'aliment BAS (0,53 vs 0,76 mg/L). Les cuprémies ne révèlent pas de différences entre les traitements HAUT et BAS (tableau 3).

L'effet du traitement (effet principal) n'était pas significatif sur les variables décrivant l'hémogramme. Cependant, nous avons observé une interaction significative ($P < 0,05$) entre le traitement et la salle sur la teneur en hémoglobine du sang (12,36 HAUT salle 1 ; 11,87 BAS Salle 1 ; 12,21 HAUT Salle 2 ; 12,35 BAS Salle 2 ; en g/100 mL) et sur l'hématocrite (35,6 HAUT salle 1 ; 35,2 BAS Salle 1 ; 36,78 HAUT Salle 2 ; 37,45 BAS Salle 2 ; en %). Le traitement n'a pas eu d'effet sur la formule leucocytaire.

2.2. Résultats de l'essai 2

2.2.1. Performances de croissance

Le poids moyen à la mise en lots était supérieur dans l'essai 2 (32,33 kg). Cet essai s'est à nouveau déroulé sans problème particulier, sans troubles sanitaires influencés par le traitement, aucune diarrhée ni problème d'aplombs à mentionner.

L'augmentation du niveau de cuivre dans l'aliment s'est manifestée par une légère augmentation de l'ingestion (malgré le

plan rationnement) sur les trois premières semaines de l'essai ($P < 0,03$). L'indice de consommation a lui aussi été amélioré par l'aliment CU+ sur la période 0-42 jours ($P = 0,0009$). Ces deux effets s'observent conjointement à une amélioration du GMQ sur la période 0-42 jours. L'effet du sexe n'est significatif pour aucun des critères de croissance (tableau 4).

On n'observe aucun effet résiduel du traitement sur les performances de finition.

2.2.2. Caractéristiques de la carcasse

Le traitement n'a pas eu d'effet significatif sur le poids de la carcasse chaude, ni sur la TVM et le rendement de carcasse (tableau 4).

3. DISCUSSION

Les résultats de croissance obtenus dans le cadre de l'essai 1 sont conformes aux conclusions de ROSEN et ROBERTS (1996) qui ont déterminé le seuil inférieur de réponse au sulfate de cuivre ajouté à 125 mg Cu/kg d'aliment, alors que nous avons évalué une supplémentation de 80 mg/kg d'aliment dans des aliments contenant un facteur de croissance. La diminution de la teneur en cuivre de l'aliment n'a pas non plus été associée à une diminution de la cuprémie. Néanmoins, l'interaction significative entre le traitement et la salle pour la teneur en hémoglobine et l'hématocrite souligne l'effet de la carence en cuivre dans l'anémie. La diminution de la teneur en zinc de l'aliment s'est manifestée par une diminution de la zincémie plasmatique qui n'a pas eu de conséquences sur la formule leucocytaire analysée ici pour évaluer l'effet du cuivre sur l'immunité. Toutefois, il est possible que la présence d'un antibiotique facteur de croissance ait minimisé la réponse à la diminution du cuivre et du zinc dans l'aliment. En effet, une des explications de l'effet du cuivre sur la croissance s'appuie sur son rôle antimicrobien. De même, les porcs en essai n'ont pas présenté de symptômes révélant de problème sanitaire en particulier. Les conditions d'une réponse immunitaire cellulaire n'étaient peut être pas réunies.

Dans le deuxième essai, la supplémentation de l'aliment croissance avec 170 mg/kg de cuivre sous forme sulfate a amélioré la croissance des animaux de 45 g/j alors que le différentiel d'ingestion n'est que de 10 g/jour et porte principalement sur les deux premières semaines de l'expérience. L'indice de consommation a été amélioré de 4,4% pour l'aliment CU+. Il est intéressant de noter que malgré le plan de rationnement qui a limité l'augmentation de l'ingestion, les performances ont été stimulées par le cuivre supplémentaire.

L'amélioration des performances de croissance obtenue avec l'usage de forts taux de cuivre dans l'aliment s'explique en partie par une stimulation de l'ingestion (ZHOU et al, 1994). Cette dernière résulterait du rôle du cuivre dans la sécrétion du neuropeptide Y connu pour son effet sur l'ingestion (FORBES, 1995). Une explication complémentaire de l'effet du cuivre sur les performances de croissance tiendrait en son action anti-microbienne (FULLER et al, 1960).

Tableau 2 - Performances zootechniques et caractéristiques des carcasses obtenues dans l'essai 1

| | BAS | HAUT | Effet Traitement (1) | Effet Sexe |
|-----------------------------------|------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| N | 48 | 48 | | |
| Poids Vif à J0, kg | 28,75 | 28,74 | NS | NS |
| Poids Vif à l'abattage, kg | 107,13 | 106,45 | NS | NS |
| GMQ 0-42 jours, g/j | 896 | 892 | NS | P<0,01 |
| GMQ 42-63 jours, g/j | 879 | 873 | NS | P<0,0001 |
| CMJ 0-42 jours, kg/j | 1,92 | 1,91 | NS | P<0,001 |
| CMJ 42-63 jours, kg/j | 2,42 | 2,41 | NS | P<0,0001 |
| IC 0-42 jours | 2,16 | 2,14 | NS | NS |
| IC 42-63 jours | 2,80 | 2,80 | NS | P<0,0001 |
| Poids Chaud, kg | 84,86 | 84,64 | NS | NS |
| TVM | 58,86 | 58,88 | NS | P<0,0001 |
| Rendement de carcasse, % | 79,55 | 79,55 | NS | P<0,04 |

(1) NS : non significatif, P>0,10

Tableau 3 - Résultats des analyses effectuées sur les prélèvements sanguins (essai 1)

| | BAS | HAUT | Effet Traitement (1) | Effet Sexe |
|---|------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| N | 48 | 48 | | |
| Cuivre, mg/l | 1,95 | 1,98 | NS | P<0,07 |
| Zinc, mg/l | 0,53 | 0,76 | P<0,0001 | NS |
| Hématies, nb/mm³ | 6762916 | 6785115 | NS | NS |
| Hémoglobine, g/100 ml | 12,11 | 12,28 | NS | NS |
| Hématocrite, % | 36,32 | 36,69 | NS | NS |
| Leucocytes, nb/mm³ | 19962 | 20459 | NS | NS |
| Polynucléaires neutrophiles, nb/mm³ | 4621 | 4650 | NS | P<0,003 |
| Polynucléaires éosinophiles, nb/mm³ | 119 | 119 | NS | NS |
| Polynucléaires basophiles, nb/mm³ | 0 | 0 | - | - |
| Lymphocytes, nb/mm³ | 14750 | 15268 | NS | NS |
| Monocytes, nb/mm³ | 483 | 441 | NS | NS |
| Plaquettes, nb/mm³ | 263500 | 262742 | NS | NS |

(1) NS : non significatif, P>0,10

Tableau 4 - Performances zootechniques et caractéristiques des carcasses obtenues dans l'essai 2

| | CU- | CU+ | Effet Traitement (1) | Effet Sexe |
|--|------------|------------|---------------------------------|-----------------------|
| N | 24 | 24 | | |
| Poids Vif à la mise en lots, kg | 32,33 | 32,34 | NS | NS |
| Poids Vif à l'abattage, kg | 105,23 | 104,43 | NS | NS |
| Durée d'engraissement, j | 86 | 85 | NS | NS |
| GMQ 0-42 jours, g/j | 878 | 924 | P=0,0005 | NS |
| GMQ 42-abattage, g/j | 812 | 800 | NS | NS |
| CMJ 0-42 jours, kg/j | 2,06 | 2,07 | NS | NS |
| CMJ 42-63 jours, kg/j | 2,58 | 2,58 | NS | NS |
| IC 0-42 jours | 2,35 | 2,25 | P=0,0009 | NS |
| IC 42-abattage | 3,17 | 3,23 | NS | NS |
| Poids Chaud, kg | 80,11 | 81,42 | NS | NS |
| TVM | 60,08 | 59,03 | NS | P<0,0001 |
| Rendement de carcasse, % | 76,69 | 77,37 | NS | NS |

(1) NS : non significatif, P>0,10

Tableau 5 - Calculs des quantités de cuivre mises en œuvre dans les deux essais

| Régime | | Essai 1 | | Essai 2 | |
|-------------------------|-----------|---------|-----|---------|--------|
| | | HAUT | BAS | CU- | CU+ |
| Cu ajouté | g/kg | 80 | 5 | 5/5 | 170/5 |
| | Base 100 | 100 | 6 | 6* | 107* |
| Cu total | g/kg | 86 | 15 | 18/13 | 171/13 |
| | Base 100 | 100 | 17 | 18 | 105 |
| Cu mis en oeuvre | g/porc | 17,9 | 3,0 | 3,0 | 16,3 |
| | Base 100 | 100 | 17 | 17 | 91 |
| Efficacité du Cu | mg/kg GMQ | 229 | 40 | 41 | 210 |
| | Base 100 | 100 | 17 | 18 | 92 |

* Calcul intégrant les quantités d'aliments croissance et finition consommées par les porcs

Néanmoins, l'intervention du cuivre dans de nombreuses fonctions physiologiques parmi lesquelles nous citerons la respiration cellulaire et la formation des os ainsi que son rôle essentiel dans l'activation de nombreuses enzymes (cytochrome oxidase, superoxide dismutase, ...) pourrait également expliquer en partie son action sur l'activation de la croissance.

Rappelons qu'en stimulant l'activité de la lipase intestinale et de la phospholipase A chez le porcelet (LUO et DOVE, 1996), l'addition de cuivre améliore la digestibilité de la matière grasse (DOVE, 1995) et contribue ainsi à l'amélioration des performances zootechniques. L'aliment utilisé dans l'essai 1 ne comportait pas de matière grasse ajoutée alors que celui de l'essai 2 en contenait 1,5%. Il est possible que la réponse au cuivre soit différente dans le cas de régimes concentrés en lipides.

Dans l'essai 1, une baisse de la supplémentation en Cu de 94 % s'est traduite par une réduction des quantités de Cu mises en œuvre par porc de 83 % (tableau 5), l'inefficacité apparente étant liée aux apports de Cu par les autres matières premières de la ration. Par rapport au niveau HAUT de l'essai 1, les traitements de l'essai 2 correspondent à des variations de supplémentation de -94 % (CU-) ou +7 % (CU+), en tenant compte des quantités d'aliments croissance et finition réellement consommées par les porcs. Les réductions correspondantes des quantités de Cu mises en œuvre étaient de 83 % pour CU- et 9 % pour CU+. La perspective de réduire légèrement les rejets de cuivre tout en favorisant les perfor-

mances de croissance n'est toutefois pas à considérer étant données les informations disponibles sur les évolutions réglementaires à venir. Il est tout de même intéressant de noter qu'avec une supplémentation supérieure on peut obtenir par les variations de performances une réduction des quantités totales mises en œuvre.

L'expression des quantités mises en œuvre, relativement au GMQ ne modifie pas les conclusions précédentes, ce qui reflète la similitude des performances globales obtenues avec les différents traitements dans les différents essais.

CONCLUSION

Ces deux essais nous ont montré que la réponse en terme de croissance au cuivre ajouté dans l'aliment n'était effective qu'à forte dose. Toutefois, à des doses inférieures, les critères biologiques évalués ont été affectés par la réduction des teneurs en cuivre et zinc.

Les limitations des teneurs en oligo-éléments et plus particulièrement le cuivre devraient entraîner une baisse d'efficacité de la production porcine, surtout sur la première période d'engraissement, période sensible pour les troubles digestifs.

La nécessité de réduire les rejets en cuivre pourrait être atteinte en faisant porter l'effort plus sur la période de finition que sur la période de croissance ou de post sevrage, stades sur lesquels les bénéfices liés à l'utilisation du cuivre sont importants.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APGAR G.A., KORNEGAY E.T., 1996. J. Anim. Sci., 74 (7), 1594-1600.
- BRAUDE R., 1975. Proc. Copper in Farming Symp. Copper Development Assoc., London, 79-97.
- DOVE C.R., 1995. J. Anim. Sci., 73 (1), 166-171.
- FORBES J.M., 1995. Integrative theories of food intake control. In : Forbes J.M. (ed), Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Wallingford, UK, 130-151.
- FULLER R.L., NEWLAND G.M., BRIGGS C.A.E., et al., 1960. J. Appl. Bacteriol. 23, 195.
- JOURNAL OFFICIEL de la COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE (J.O.C.E.), 1999. 326, 33.
- LUO X.G., DOVE C.R., 1996. J. Anim. Sci., 74 (8), 1888-1896.
- N.A.S. (National Academy of Sciences), 2000. Copper in Drinking Water, National Academy Press, Washington DC, 162 pp.
- N.R.C. (National Research Council), 1998. Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press, Washington DC, 211 pp.
- OKONKWO A.C., KU P.K., MILLER E.R., et al., 1979. J. Nutr. 109 (6), 939-948.
- ROSEN G.D., ROBERTS P., 1996. A comprehensive survey of the response of growing pigs to supplementary copper in feed. Field Investigations and Nutrition Services Ltd., 94 pp.
- WALLACE H.D., 1967. Int. Copper Res. Assoc., Inc. New York, 24
- ZHOU W., KORNEGAY E.T., LINDEMANN M.D., 1994. J. Anim. Sci., 72, 2385-2394.

