

Intérêt d'un ajustement de l'apport de cystine dans des aliments maïs-soja pour le porcelet sevré

J. CASTAING, D. CAMBEILH

Association Générale des Producteurs de Maïs
21, chemin de Pau, 64121 Montardon

Intérêt d'un ajustement de l'apport de cystine dans des aliments maïs-soja pour le porcelets sevré

La faible teneur en cystine, 24 % de la lysine, d'un aliment deuxième âge maïs-soja à 18 % de protéine non limitant en lysine, méthionine, thréonine, tryptophane, isoleucine et valine est contrôlé relativement à un témoin à 21 % de MAT qui présente un rapport de 27 % de cystine sur lysine. Deux niveaux de suppléments en cystine, 25,5 et 27 % de la lysine, sont étudiés.

Avec les trois aliments à 18 % de MAT, l'état général des porcelets paraît plus favorable (moins de faibles croissances) et leurs fèces sont globalement plus fermes. Surtout en début de 2^{ème} âge, les trois aliments moins protéiques sont mieux consommés, soit sur les 28 jours : plus 2 %.

Au taux de 24 % de cystine/lysine la croissance des porcelets est améliorée de 3,5 % sans modification significative de l'indice de consommation.

Le taux de 25,5 % de cystine/lysine augmente encore la croissance, + 5 %, et permet d'améliorer l'indice de consommation de 2,5 %.

Avec 27 % de cystine/lysine l'indice de consommation est encore légèrement amélioré (3,2 %)

Le taux de 24 % de cystine/lysine n'optimise pas les performances des porcelets entre 11 et 27 kg de poids vif malgré 38 % de méthionine lysine. Le taux optimum semble se situer autour de 25,5 %

Assessment of the necessity to adjust cystine supply in a maize-soybean diet for weaned piglets

A low cystine (24 % cystine/lysine) post-weaning maize-soybean diet, containing 18 % protein and adequate in lysine, methionine, threonine, tryptophan, isoleucine and valine, was compared with a control diet containing 21 % crude protein and 27 % cystine/lysine. Cystine was added to the low cystine diet to produce two further diets, 25.5 % and 27 % cystine/lysine.

The 3 diets containing 18 % crude protein appeared to be more favourable to the piglets' general state of health (fewer cases of slow growth) and their faeces are generally firmer compare to the control diet. At the beginning of post-weaning period, the consumption of the three 18 % protein diets was higher: + 2 % over the 28 days than the control diet.

The 24 % cystine/lysine diet improved piglet growth rate by 3.5 % without significantly affecting feed conversion ratio compared to the control.

The 25.5 % cystine/lysine diet caused a further increase in growth rate by + 5%, and improved the feed conversion ratio by 2.5 %.

The 27 % cystine/lysine diet caused a further slight improvement in feed conversion ratio (3.2 %).

The 24 % cystine/lysine diet did not optimise piglet performance in the live weight range of 11 to 27 kg, despite a methionine/lysine ratio of 38 %. The best ratio appeared to be situated around 25.5 %.

INTRODUCTION

Il est recommandé d'abaisser le taux protéique des aliments en vue de limiter les rejets azotés (CORPEN, 1996). La réduction des taux azotés des aliments à base de maïs est étudiée chez les porcelets après sevrage dans l'optique d'une définition du niveau d'apports en acides aminés à respecter dans ces conditions.

Le maïs de par ses teneurs en amidon (746 g/kg MS) et matière grasse (41 g/kg MS) assure une concentration énergétique élevée des aliments, proche de 3300 Kcal d'E.D. ou 2400 Kcal d'E.N. pour des aliments de deuxième âge renfermant 60 % de maïs. Sa faible teneur en protéine (89 g/kg MS) nécessite une complémentation appropriée à la composition de sa protéine.

CASTAING et CAMBEILH (1998), avec des aliments maïs-blé-soja et SÈVE et al (1998), avec des aliments maïs-soja-pois à 180 g de protéine complétés en acides aminés industriels relativement à la lysine aux niveaux recommandés, observent de bonnes performances de croissance et de valorisation alimentaire. Par contre, CASTAING (1999), avec une formule simplifiée maïs-soja à 180 ou 190 g/kg de protéine, respectant les mêmes apports des quatre principaux acides aminés, observe une sous consommation des jeunes porcelets (entre 11 et 17 kg) limitant leur croissance et augmentant l'indice de consommation : les apports en cystine, isoleucine et valine sont suspectés insuffisants. Par ailleurs SÈVE et al (1999) concluent à un besoin d'acides aminés soufrés supérieurs à ceux de la protéine idéale pour les porcelets au sevrage. Si la recherche du niveau optimal de méthionine a souvent été étudiée, celui en cystine l'a été plus rarement, en raison de sa synthèse supposée à partir de la méthionine. Les rapports de cystine relativement à la lysine pour les formules à 180 g/kg de MAT citées ci-dessus s'élèvent à 26 % pour le maïs-blé-soja, 25 % pour le maïs-soja-pois et seulement 22 % avec maïs-soja alors que ce dernier type de formule à 210 g/kg de MAT apporte 25 % de cystine/lysine et assure les meilleures performances des jeunes porcelets.

Au-delà de la prise en compte du rapport global méthionine + cystine dans la protéine idéale, le but de cet essai a pour objectif de vérifier l'incidence du faible apport en cystine induit par une formule maïs-soja à 18 % de protéines, et de mesurer l'effet de 2 niveaux de supplémentation en cystine, le niveau haut assurant les mêmes apports que le témoin à 210 g/kg de MAT.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'essai est réalisé à la station expérimentale de l'AGPM à Montardon de mars à juin 1999.

1.1. Animaux

Trois bandes consécutives de 144 porcelets croisés (truires camborough x verrat PIC) sont contrôlées. La mise en lot prend en compte leur poids au sevrage (8,5 kg de moyenne, répartis selon 6 groupes de poids), leur âge (27,6 jours), leur poids de naissance et leur ascendance.

1.2. Bâtiments

Les salles de post-sevrage constituées de 2 rangées de 12 loges de 1,70 m² de type flat-deck sont équipées de caillebotis plastique, d'une sucette et d'un nourrisseur de 80 cm. Chaque loge regroupe 6 porcelets.

1.3. Conduite et contrôles effectués

L'aliment de premier âge (220 g de protéines, 15,5g de lysine, non supplémenté) est distribué pendant 11 jours d'adaptation. Sans transition les porcelets reçoivent à volonté les aliments expérimentaux granulés pendant 28 jours. Les animaux sont pesés en fin de période premier âge, après 14 jours et en fin d'essai. La consistance des fèces est appréciée au moment des pesées individuelles. Les consommations d'aliments contrôlées chaque semaine sont recalculées à 87 % de M.S. par période de 14 jours.

1.4. Aliments expérimentaux

1.4.1. Caractérisation des matières premières

Les aliments ont été formulés selon les caractéristiques chimiques et les aminogrammes du maïs et du tourteau de soja "48" réalisés par Eurolysine.

Le maïs est de type denté d'origine sud-ouest. Sa teneur en protéines est de 78 g/kg en l'état (teneur souvent rencontrée dans la zone sud France). La teneur de l'ensemble des acides aminés est inférieure d'environ 10 % aux valeurs généralement rencontrées.

Le tourteau de soja "48" est d'origine "Brésil". Il présente des teneurs courantes en protéines (459 g/kg) et matière grasse (13g/kg). L'activité uréasique est de 0,04 mg/g. Les teneurs en acides aminés sont conformes aux caractéristiques moyennes.

Les teneurs en cystine sont de 1,7 g et 6,8 g par kg pour le maïs et le tourteau de soja.

1.4.2. Formulation et caractéristiques des aliments

Les aliments deuxième âge maïs-tourteau de soja "48" présentent une concentration énergétique de 3260 kcal d'E.D./kg correspondant à 2340 kcal d'E.N.. Les aliments sont formulés de façon à apporter 3,8 g lysine totale par Mcal d'E.D. ou 4,9 g de lysine digestible par Mcal d'E.N.

Dans l'aliment témoin à 210 g de protéines une légère incorporation de lysine, méthionine et thréonine assure la protéine idéale (tableau 1). Le rapport cystine sur lysine est de 27 %.

Pour les 3 aliments étudiés à 180 g de MAT, ces 3 acides aminés sont davantage incorporés ainsi que du tryptophane. L'incorporation de méthionine s'aligne sur le niveau du traitement 2 qui assure avec le plus bas niveau de cystine (24 % de la lysine) un rapport de 62 % de Méthionine + Cystine / Lysine. Dans les traitements 3 et 4, l'incorporation de 0,2 et

Tableau 1 - Composition et contrôle analytique des acides aminés totaux des aliments expérimentaux

Traitements	T1		T2		T3		T4	
Taux azoté (g/kg)	210		180					
Cystine de synthèse	non		non		oui +		oui ++	
Cystine (% lysine)	27		24		25,5		27	
Composition %								
Maïs	605,8				678,5			
Tourteau de soja 48	350				270			
AMV	41				42			
L. Lysine	1,3				4,0			
DL. Méthionine	1,4				2,2			
L. Thréonine	0,5				1,7			
L. Tryptophane	-				0,5			
L. Cystine	-		0		0,2		0,4	
L. Isoleucine	-				0,4			
L. Valine	-				0,5			
Caractéristiques à 870 g MS								
MAT g/kg	208		182					
Acides aminés totaux g/kg et % lysine	g	%	g	%	g	%	g	%
Lysine	12,0				12,1			
Méthionine	4,2	35,0			4,6	38,0		
Cystine	3,2	26,7	2,9	24,0	3,0	24,8	3,2	26,4
Méthionine + cystine	7,4	61,7	7,4	61,1	7,7	63,6	7,9	65,3
Thréonine	8,3	69,2			8,3	68,9		
Tryptophane	2,3	19,2			2,5	20,7		
Arginine	13,4	112			11,4	94		
Glycine	8,7	67			7,6	63		
Serine	10,2	85			8,9	74		
Histidine	5,6	47			5,0	41		
Isoleucine	8,9	74			8,0	66		
Leucine	17,8	148			15,9	131		
Phénylalanine	10,4	87			9,1	75		
Tyrosine	7,0	58			6,1	50		
Valine	9,9	83			9,1	75		

0,4 g de cystine de synthèse pure augmente sa proportion relativement à la lysine à 25,5 et 27 %. Ce dernier taux est identique à celui de l'aliment témoin. Les rapports méthionine + cystine s'accroissent à 63,5 et 65 % de la lysine pour les traitements T3 et T4.

La détermination des autres acides aminés a conduit à rajouter dans les 3 aliments peu protéiques de l'isoleucine et de la valine visant des rapports de 63 et 72 % de la lysine. Les apports de calcium et de phosphore total sont recherchés identiques dans les 4 traitements.

Après analyse ramené à 87 % de MS, la MAT s'élève à 208 g dans le témoin et 182 g dans les 3 régimes étudiés (tableau 1). Les teneurs analysées en lysine, méthionine, cystine, thréonine et tryptophane sont inférieures relativement aux teneurs calculées de 4 % dans le témoin et 3 % pour les traitements 2 à 4. Pour les autres acides aminés, les teneurs sont légèrement inférieures dans le témoin (-1,6 % en moyenne) et légèrement supérieures dans les traitements 2 à 4 (+1,2 %). Ces écarts sont considérés conformes aux teneurs attendues, les rapports d'acides aminés à la lysine

sont légèrement différents du prévisionnel, les gradients recherchés entre traitement sont respectés.

2. RÉSULTATS

En premier âge de 28 à 39 jours, le poids vif des porcelets a augmenté de 8,4 à 11,5 kg, soit une croissance journalière de 278 g pour une consommation de 0,303 kg/jour (I.C. : 1,09).

2.1. Observations d'élevage en deuxième âge

Aucune mortalité n'a été observée et aucun traitement thérapeutique collectif n'a été réalisé. Des antibiothérapies individuelles (vitamines + oligo éléments ou antibiotiques) ont été réalisées principalement en début de deuxième âge suite à de faibles croissances (en premier âge GMQ < à 100 g ou début de deuxième âge < à 350 g) et quelques troubles (digestif, locomoteur). Leur fréquence a été supérieure au traitement 1 (210 g MAT) : 44 % contre 25 % des porcelets du traitement 3 (niveau intermédiaire de cystine). Avec les traitements 2 et 4, la fréquence d'intervention a été de 37 %.

Les déjections jugées lors des pesées sont moins fréquentes dans le Témoin (58 % vs 64 % dans les autres traitements) (tableau 2). Avec le traitement 1 (le plus protéique), les fèces tendent à être légèrement moins dures et plus fréquemment molles (Khi-2, $P = 0,10$) qu'avec les 3 traitements étudiés moins protéiques.

Tableau 2 - Fréquence d'observation et appréciation de la consistance des fèces notées à 53 et 67 jours d'âge moyen

Traitements	T1	T2	T3	T4
Taux azoté (g/kg)	210	180		
Cystine (% Lysine)	27	24	25,5	27
Défécations observées (%)	58	64	60	69
Fèces (% des observées)				
Sèche-billes	0	0	0	0
Boudin dur moulé	37	55	50	49
Boudin déformable	50	39	46	45
Molle	10	4	3	5
Très molle	2	1	1	1
Diarrhée	1	1	0	0

2.2. Performances zootechniques

Dès les 14 premiers jours de 2^{ème} âge (tableau 3), période critique de cette phase, les 3 aliments peu protéiques sont plus consommés que le témoin, de 4,1 % avec le traitement 2 et de 2,8 % pour les traitements 3 et 4 (0,78 et 0,77 kg/j vs 0,75). La croissance des porcelets est supérieure de 4,6 %

avec le traitement 2 (501 vs 479 g/j) et de 5,6 % pour les traitements 3 et 4 (506 vs 479 g/j). L'efficacité alimentaire est significativement améliorée dès 25,5 % de cystine sur lysine soit le traitement 3 (I.C. : 1,53 vs 1,57 soit - 2,5 %). Avec le traitement 4 l'indice de consommation est inférieur de 3,2 % (I.C. : 1,52). Ces écarts sont autant marqués avec les porcelets des 9 répétitions les plus légères en début de 2^{ème} âge (10,5 kg) qu'avec les 9 plus lourdes (12,5 kg).

Les 14 jours suivants l'écart de consommation toujours supérieur avec les régimes peu protéiques s'est réduit. Par contre la croissance et l'indice de consommation sont toujours significativement améliorés : sans rajout de cystine (T2) de 2,5 % pour le GMQ et 1,7 % pour l'IC et avec les 2 niveaux de supplémentation en cystine (T3 et T4) de 4,2 % pour le GMQ et 3,2 % pour l'IC.

Sur la durée totale de deuxième âge, la réduction du taux protéique sans réajustement en cystine (traitement 2) a augmenté la consommation de 2,1 %, écart non significatif. L'augmentation de croissance de 3,5 % (562 vs 543 g/jour) est significative et l'indice de consommation est favorable (1,64 vs 1,66 ; - 1,2 %). Les deux niveaux de supplémentation en cystine (T3) 25,5 % et (T4) 27 % n'influent pas la consommation relativement au niveau bas de cystine mais améliorent encore la croissance qui est supérieure de 5 % (570 vs 543 g/jour) à l'aliment témoin à 21 % de protéines. L'indice de consommation est alors significativement amélioré (1,62 et 1,61 vs 1,66 soit - 3,0 %). En fin de 2^{ème} âge le poids vif des porcelets est supérieur de 0,5 kg avec l'aliment peu protéique. Avec la supplémentation en cystine il est encore amélioré de 0,3 kg.

Tableau 3 - Performances zootechniques de deuxième âge (regroupement des 3 bandes)

Traitements	T1 Témoin	T2	T3	T4	C.V. résiduel (%) (1)	Interprétation statistique (2) Probabilité sous Ho (Effet traitement)
Taux azoté (g MAT/kg)	210	180				
Cystine/Lysine recherchée (%)	27	24	25,5	27		
Première période 2^{ème} âge (14,3 j)						
Poids fin premier âge (kg)	11,48	11,49	11,53	11,51	1,4	NS
Poids intermédiaire (kg)	18,33 b	18,66 a	18,77 a	18,76 a	1,9	**
Gain moyen quotidien (g)	479 b	501 a	505 a	507 a	4,4	**
Cons. journalière (kg)	0,750	0,781	0,771	0,772	4,7	0,06
Indice de consommation (kg)	1,57 b	1,56 b	1,53 a	1,52 a	3,1	**
Deuxième période 2^{ème} âge (13,7 j)						
Poids fin premier âge (kg)	26,69 b	27,23 a	27,49 a	27,48 a	2,0	**
Gain moyen quotidien (g)	612 b	627 ab	638 a	639 a	5,1	0,05
Cons. journalière (kg)	1,063	1,071	1,077	1,075	5,1	NS
Indice de consommation (kg)	1,74 b	1,71 ab	1,69 a	1,68 a	2,9	**
Début à fin 2^{ème} âge (28 j)						
Gain moyen quotidien (g)	543 b	562 a	569 a	570 a	3,3	**
Cons. journalières (kg)	0,903	0,922	0,922	0,919	4,0	0,35
Indice de consommation (kg)	1,66 c	1,64 bc	1,62 ab	1,61 a	2,2	**

(1) C.V. : Coefficient de variation résiduel.

(2) Probabilité sous Ho : hypothèse d'égalité des moyennes.

Les moyennes affectées d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de probabilité $P=0,05$. NS, $P>0,40$; *, $P<0,05$; **, $P<0,01$

4. DISCUSSION - CONCLUSION

La réduction du taux azoté des aliments destinés aux porcs, facteur essentiel de réduction des rejets azotés, implique l'incorporation d'acides aminés industriels. A ce jour, la lysine, la méthionine et la thréonine sont souvent utilisées ainsi que le tryptophane réservé aux aliments pour jeunes animaux. Dans le cas de formule simple maïs-soja à 180 g de MAT, le respect de l'équilibre d'autres acides aminés (cystine, isoleucine et valine), pour des niveaux d'apport de lysine de 12 à 13 g/kg est une interrogation. Dans ce cadre le niveau de cystine indépendant de celui de méthionine dans la part des acides aminés soufrés est également à déterminer, sachant qu'un taux de cystine de 27 % de celui de la lysine est observé dans un aliment à 210 g de MAT qui optimise les performances zootechniques. Les formules maïs-soja peu protéiques sont probablement limitantes en ces nutriments. Dans ces conditions l'effet de deux niveaux de supplémentation en cystine ont été étudiés tout en s'étant affranchi d'apports corrigés d'isoleucine et de valine par supplémentation

Sur la durée totale de deuxième âge, la réduction du taux protéique augmente la consommation de 2% et il est observé une augmentation de croissance significative de 3.5% et un indice de consommation favorable. Les deux niveaux de supplémentation en cystine, 25,5 % et 27 %, améliorent encore la croissance qui est supérieure de 5 % à l'aliment témoin à 210 g de protéines. L'indice de consommation est alors significativement amélioré de 3,0 %. Comparativement aux résultats de CASTAING (1999), les résultats favorables dans cette étude aux régimes peu protéiques, à 180 g de MAT vs 210 g, sont probablement à rapprocher de l'ajustement des

niveaux d'isoleucine et de valine. Ces deux essais, réalisés à un an d'intervalle, ont été conduits dans les mêmes conditions (mêmes animaux, bâtiments, conduites) avec des matières premières semblables, maïs denté et tourteau de soja "48".

Dans l'essai précédent, l'abaissement du taux protéique avait induit chez les jeunes porcelets (11 à 17 kg) une baisse de consommation de 2 % qui s'accroissait avec la supplémentation en tryptophane. Dans l'essai présent, la même réduction du taux azoté, avec l'ajustement en isoleucine et valine, a entraîné une augmentation de consommation peu modifiée par l'ajout de cystine. Ce résultat n'était pas noté par BOROWA et al (1987) qui observaient une baisse de consommation des porcelets de 13 % pour un accroissement de cystine de 14 % à 21 % de la lysine. Dans ce cas, le niveau d'apport de lysine, inférieur d'environ 2g/kg aux niveaux réalisés aujourd'hui ainsi que ceux des autres acides aminés indispensables, et la différence de digestibilité de la méthionine et cystine des matières premières invoquée par les auteurs, pouvait être à l'origine de déséquilibres majeurs. Egalement KIENER et KIES (1990), chez le porc en croissance à volonté, observent une sous consommation atteignant 7 % en passant de 19 à 28 % de cystine sur lysine. Dans ces cas une augmentation raisonnée de cystine améliore l'indice de consommation. Dans ce cadre le taux optimum de cystine relativement à la lysine est d'environ 25,5 %. L'hypothèse d'un bon ajustement en isoleucine et valine est confirmée par les résultats (tableau 4) de CASTAING et CAMBEILH (1998) qui, avec des formules 2/3 maïs - 1/3 blé assurant des rapports d'isoleucine et de valine de 61 et 69 %, concluaient sur la faisabilité de descendre à 180 g de MAT dès le début du 2ème âge. Dans les conditions de l'essai, la réduction du

Tableau 4 - Récapitulatif d'essais "AGPM" – Rapport des acides aminés à la lysine et performances zootechniques

	Essai 1		Essai 2		Essai 3	
	Castaing-Cambeilh (1998)		Castaing (1999)		Publication présentée Castaing-Cambeilh (2000)	
Composition aliment 2^{ème} âge	Maïs 2/3 Blé 1/3 T. soja 48 4 acides aminés		Maïs T. soja 4 acides aminés		Maïs 48 T. soja 48 7 acides aminés	
Taux azoté aliments (%)	21	18	21	18	21	18
Lysine (g/kg)	12,1	12,2	12,3	12,3	12,5	12,5
Acides aminés (% lysine)						
Méthionine	32	35	36	40	35	38
Cystine	32	26	26	22	27	25,5
Méthionine + cystine	65	61	62	62	62	64
Thréonine	66	64	69	69	67	66
Tryptophane	21,5	19	21	19	21	21
Isoleucine	75	61	72	58	72	63
Valine	78	69	76	66	80	72
Performances zootechniques (28j)						
Cons. moy. journalière (kg/j)	914	921	895	882	903	922
Gain moyen quotidien (g)	560	567	559	545	543	570
Indice de consommation	1,63	1,62	1,60	1,62	1,66	1,62
Gain moyen quotidien des 14 premiers jours de 2 ^{ème} âge	452	461 + 2 %	445	411 - 10 %	479	505 + 5 %

taux azoté de l'aliment avec l'ajustement des apports en acides aminés favorise la croissance et assure un statut digestif conduisant à des fèces plus fermes qui réduit la fréquence des interventions thérapeutiques.

Dans le cas d'aliments porcelets à base de maïs à faible niveau protéique, l'optimisation des performances est assurée par deux solutions, soit on effectue un apport optimum d'acides aminés, soit on tolère un ajustement des apports azotés globaux proportionnels à l'énergie. Etant donné la diminution de l'indice de consommation avec l'augmentation de la concentration énergétique de l'aliment, il semblerait logique d'adapter le taux protéique. L'écart d'énergie de 6,5 % entre 3100 (base céréales à paille) et 3300 kcal d'E.D./kg d'aliment (base maïs – sorgho) pourrait s'accompagner de l'augmentation du taux protéique de 18 à 19 % de MAT en 2^{ème} âge, soit + 5,5 %. Ce type de modulation per-

mettrait de limiter la déficience en certains acides aminés non disponibles à ce jour sur le marché, de réduire l'incorporation des acides aminés couramment commercialisés et ainsi de maîtriser le coût alimentaire tout en respectant l'objectif initial de maîtrise du bilan azoté. Sinon le non ajustement de l'ensemble des acides aminés induit une consommation supérieure, mal valorisée et source de rejets plus importants.

REMERCIEMENTS

Aux sociétés SANOFI Santé Nutrition Animale, BRETAGNE CHIMIE FINE et EUROLYSINE pour leur participation technique, fourniture d'acides aminés et analyses des matières premières et des aliments.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOROWA E., LOUGNON J., KIENER T., 1987. Journées Rech. Porcine en France, 19, 271-280.
- CASTAING J., CAMBEILH D., 1998. Journées Rech. Porcine en France, 30, 217-222.
- CASTAING J., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 275-282.
- CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs. Impact des modifications de conduite alimentaire et des performances techniques.
- KIENER T., KIES A., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 185-192.
- SÈVE B., SAWADOGO M., SCHAEFFER V. et al., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 267-274.