

Utilisation d'un mélange d'acides organiques non corrosifs pour la conservation du maïs grain humide inerté et effet de l'acidification de la ration chez le porc

J. CASTAING, R. COUDURE

*Association Générale des Producteurs de Maïs (A.G.P.M.)
Route de Pau, 64121 Montardon*

Utilisation d'un mélange d'acides organiques non corrosifs pour la conservation du maïs grain humide inerté et effet de l'acidification de la ration chez le porc

L'intérêt d'une incorporation d'un mélange d'acides organiques non corrosifs à raison de 4 ‰ dans du maïs grain humide entier inerté stocké en silo étanche à l'air a été étudié. Les caractéristiques de conservation du maïs ont été contrôlées et la valeur d'utilisation du maïs traité a été comparée à celle du témoin pour l'alimentation des porcelets et des porcs. L'intérêt d'un apport supplémentaire de 4 ‰ au moment de la préparation de l'aliment à base du maïs traité a également été contrôlé.

Comparativement au témoin, correctement conservé, le maïs grain humide entier traité avec un mélange d'acides organiques se caractérise par une acidité comparable (pH voisin de 5,0). La teneur en acide propionique du mélange compense une teneur en acide lactique inférieure vu l'effet du traitement sur la diminution de la flore et des bacilles lactiques en particulier.

À l'utilisation, le maïs grain inerté traité est aussi bien accepté par les animaux que le témoin et permet une amélioration des performances.

Pour les porcelets, l'addition supplémentaire de 4‰ du mélange d'acides organiques au moment de la préparation de l'aliment entraîne une amélioration non significative des performances de croissance pour un même niveau de consommation.

Pour les porcs charcutiers, l'utilisation de maïs grain humide entier traité à la mise en silo entraîne une amélioration des performances de l'ordre de 2,0 p.cent dès le début de l'engraissement lorsque les aliments porcelets contenaient déjà du maïs traité.

L'addition supplémentaire de 4‰ de mélange d'acides organiques au moment de la préparation des aliments entraîne une amélioration en début d'engraissement de l'ordre de 4,0 p.cent.

The effects of the addition of a mixture of non-corrosive organic acids for the conservation of low-oxygen atmosphere moist maize grain and the effects of pig feed acidification.

The advantages of incorporating a mixture of non-corrosive organic acids at 0.4% in ensiled low-oxygen atmosphere moist whole maize grain were studied. Maize conservation characteristics were measured and the effects of using treated maize in pig and piglet feed were compared to a control batch of maize. The advantages of a supplementary amount of the organic acid mixture (0.4%) being added to treated maize when feed was being prepared were also assessed. When compared to a correctly conserved control batch the moist whole maize grain, treated with a mixture of organic acids, showed similar acidity (pH of about 5.0). The propionic acid added to the maize compensated for the low lactic acid levels observed, since propionic acid inhibited bacterial growth in general and in particular lactic bacillus multiplication.

Treated low-oxygen atmosphere maize grain was as well accepted by the pigs as the control maize and resulted in better performance.

For piglets, adding a supplementary 0.4% of the organic acid mixture when the feed was being prepared brought about a non-significant improvement in growth rate without affecting feed intake.

The growth performance of growing/finishing pigs given moist whole maize grain, treated with acid when ensiled, was improved by about 2% starting from the beginning of finishing period when the pigs had as piglets already ingested feed made with treated maize.

Adding an additional 0.4% of the organic acid mixture when the feed was being prepared improved growth performance by about 4% at the beginning of finishing period.

INTRODUCTION

Le maïs autoconsommé par les élevages de porc est le plus souvent conservé humide sous forme d'ensilage (grain broyé) ou d'inertage (grain entier). Cette matière première, qu'elle soit ensilée après broyage ou inertée sous forme de grain entier, subit des transformations fermentaires qui dépendent de facteurs externes (présence d'air et/ou étanchéité du silo à l'air, ...) ou propre à celle-ci (taux d'humidité, flore microbienne, ...). L'action conjuguée de ces facteurs oriente l'évolution des processus de fermentation et le développement de la flore bactérienne.

Une mauvaise conservation est néfaste pour la valeur nutritive du maïs conservé par ensilage ou inertage. Les études réalisées à l'AGPM ces dernières années ont permis de définir les règles d'un bon ensilage ou d'un bon inertage du maïs et sa valeur d'utilisation. Chez les porcelets, (CASTAING et al, 1989) les performances de croissance et d'efficacité alimentaire tendent à être améliorées avec les aliments à base de maïs humide se caractérisant par une acidité relative en relation avec la teneur en acide lactique. Des résultats similaires ont également été observés chez les porcs charcutiers (CASTAING et al, 1988). Cependant, des situations peuvent perturber les processus fermentaires et justifient a priori l'ajout d'un "conservateur".

L'utilisation de conservateur a pour but d'orienter rapidement les processus fermentaires et de permettre aux bactéries lactiques de dominer le reste de la microflore pendant la fermentation de manière à obtenir un ensilage bien conservé. Aujourd'hui, lors de l'emploi d'un conservateur, l'accent n'est plus mis uniquement sur le contrôle de la fermentation.

L'emploi d'un conservateur acide, neutralisant et inhibant le développement de toute flore toxique est également recherché pour agir sur la valeur alimentaire du maïs et sur le comportement des animaux (EIDELSBURGER, 1998).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude porte sur l'incorporation au taux de 4 ‰ au moment de la mise en silo d'un mélange d'acides organiques, comme conservateur du maïs grain humide entier inerté stocké en silo étanche à l'air et sur l'addition au même taux de

4 ‰ de ce mélange d'acides à l'utilisation pour l'alimentation des porcs

Deux silos de 30 tonnes sont contrôlés à la Station de l'A.G.P.M. à Montardon (Pyrénées-Atlantiques). Les effets sont jugés sur les caractéristiques de conservation et les performances de porcelets et porcs charcutiers.

Le mélange d'acide organique a été fourni par la Société BASF, le Lupromix NC composé essentiellement d'acide propionique et acide formique.

1.1. Présentation de l'étude

Les lots de maïs ont été récoltés à l'automne 1997. L'exploitation des silos a débuté en décembre 1997 et s'est terminée en juillet 1998.

Trois essais zootechniques ont été réalisés, sur porcs charcutiers de 26 à 110 kg (essai A, référence E15), sur porcelets de 8 à 26 kg (essai B, référence P85) dont une bande suivie en engraissement (essai B, référence B44).

1.2. Lots de maïs

Deux lots de maïs, issus de la même parcelle et de la même variété, ont été récoltés à une humidité moyenne du grain de 29,4 % (tableau 2). Le lot témoin, soit 30 380 kg, a été stocké dans le silo "SS1". Au remplissage du silo "SS2" (31 940 kg), le conservateur Lupromix NC est incorporé par aspersion sur les grains dans la vis de chargement du silo à raison de 4 kg par tonne de maïs.

1.2.1. Caractéristiques microbiologiques des lots de maïs à la mise en silo

À la mise en silo, le maïs se caractérise par une faible population de moisissures et de levures (tableau 2). Après incorporation du conservateur, ces moisissures et levures ne sont plus décelées à l'analyse.

Les teneurs en toxine, particulièrement faibles, sont très nettement inférieures aux niveaux considérés comme à risque. Il s'agit d'un lot de maïs sain.

1.2.2. Caractéristiques des lots de maïs en cours d'exploitation

La présence de moisissures n'est décelée que dans le lot témoin, notamment en fin d'exploitation où l'on note la présence de *Byssoschlamys nivea* ($1,3 \cdot 10^6$ germes/gramme).

Tableau 1 - Schéma expérimental.

Traitement	1	2	3
Désignation Maïs Grain Humide Entier	Témoin	Traité	
Identification silo	SS1	SS2	
Taux d'incorporation du mélange d'acides organiques :			
Mise en silo (‰)	-	4	4
À la préparation aliment (‰)	-	-	4
Dans l'aliment (‰)	-	3,2	7,2

Tableau 2 - Caractéristiques des lots de maïs à la mise en silo.

Lots MGHE	Témoin SS1	Traité SS2	
Humidité, %	29,5	29,3	
Caractéristiques chimiques (g / kg de MS)			
Matières azotées totales	85	84	
Amidon	784	780	
Analyses microbiologiques (germes/gramme)		Avant trait.	Après trait.
Levures	0,5 . 10 ⁶	1,0 . 10 ⁶	-
Moisissures (1)	20,35 . 10 ⁴	10,61 . 10 ⁴	-
Mycotoxines (en ppb)			
Toxine T2	19	54	8
Zéaralénone	4	7	3
Ochratoxine	-	-	-

(1) Principalement *Penicillium sp*, *Monascus purpureus* et *Fusarium sp*

Tableau 3 - Caractéristiques des lots de maïs au cours de l'exploitation.

Lots MGHE	Témoin SS1	Traité SS2
Humidité, %	29,3	29,1
Caractéristiques chimiques (g/kg de MS)		
Matières azotées totales	83	83
Analyses microbiologiques (germes/gramme)		
Bacilles lactiques	26.10 ⁶	0,2.10 ⁶
Levures	17,7.10 ⁶	18,5.10 ⁶
Moisissures (1)	0,66.10 ⁶	0,36.10 ³
Analyses mycotoxines (en ppb)		
Toxine T2	6,00	8,75
Zéaralénone	10,00	12,00
Ochratoxine	-	-
Analyses fermentaires		
pH	5,00	4,90
Acide lactique (2)	2,48	0,34
Acide acétique (2)	2,25	1,14
Acide propionique (2)	-	2,18
Acide butyrique (2)	0,10	0,30

(1) Principalement *Penicillium sp*, *Byssoschlamys nivea* et *monacus purpuréus*.

(2) En g/kg de produit sec.

Avec l'incorporation du conservateur les moisissures sont très fortement réduites.

Les très faibles teneurs en mycotoxines T2 et zéaralénone, sont du même niveau qu'à la récolte. Elles confirment l'absence de production dans les deux lots.

La qualité de conservation est conforme aux valeurs habituellement contrôlées (tableau 3).

Avec le maïs témoin, le pH est de 5,0 en relation avec le développement des bacilles lactiques.

Avec l'incorporation du conservateur acide, le pH est identique 4,90, malgré le moindre développement des bacilles lactiques. L'incorporation du conservateur dans le silo SS2 se traduit par une baisse de la teneur en acide lactique (0,34 vs 2,48 g/kg) et de la teneur en acide acétique (1,14 vs 2,25 g/kg). La présence d'acide propionique n'est contrôlée que dans le lot SS2, de par la présence du conservateur

1.3. Aliments expérimentaux

1.3.1. Composition

Les aliments se composent de MGHE "SS1" (T1) ou de MGHE "SS2" (T2 et T3), de tourteau de soja "48" et d' A.M.V..

L'aliment porcelet contient 63,0 % de maïs équivalent sec sous forme de MGHE ; il est formulé pour apporter 3,6 g de lysine totale/Mcal d'Energie Digestible. Les aliments porcs charcutiers sont formulés, compte tenu des recommandations du CORPEN (165 g/kg de MAT en croissance et 150 g/kg en finition). Ils contiennent respectivement 73,5 et 75,5% de maïs équivalent sec sous forme de MGHE et apportent 2,9 g de lysine totale/Mcal d'E.D. en croissance et 2,4 g de lysine totale/Mcal d'E.D. en finition.

Les teneurs en matière azotée à l'analyse, identiques pour les trois traitements expérimentaux, sont respectivement de 195 g/kg pour le porcelet, 161 g/kg pour le porc croissant et 148 g/kg pour le porc finition.

1.3.2. Préparation des aliments expérimentaux

Les aliments sont fabriqués journalièrement.

Les aliments T1 et T2 sont préparés à partir des lots de MGHE SS1 (T1) et SS2 (T2) en mélangeant le maïs préalablement broyé et le complémentaire.

L'aliment T3 est préparé en ajoutant avec le lot de MGHE SS2, 4 ‰ de mélange d'acides organiques. Le produit est incorporé dans la mélangeuse au cours du mélange, à l'aide d'un pulvérisateur équipé d'un régulateur de pression et d'un jet à pinceau. La durée d'incorporation du produit est de 2 minutes avec contrôle de la quantité introduite (pesée du pulvérisateur avant et après incorporation).

1.3.3. Analyses microbiologiques, teneurs en mycotoxines et analyse fermentaire des aliments expérimentaux

Des levures et des moisissures sont surtout présentes dans l'aliment témoin (tableau 4).

Les levures diminuent avec l'aliment T2 (5,1 vs 26,3.10⁶ germes/gramme) pour disparaître presque complètement avec l'aliment T3 (0,3.10⁶ germes/gramme).

Les teneurs en moisissures sont faibles dans les aliments T2 et T3 (4,5.10³ germes/gramme). Avec l'aliment T1, la population de moisissures est 3,4.10⁵ germes/gramme. Les teneurs en mycotoxines sont faibles dans les trois aliments.

Le pH des aliments T1 et T2 est très proche (5,88 et 5,85). L'ajout du conservateur dans l'aliment T3 entraîne une acidification de l'aliment, avec un pH de 5,53.

Le conservateur incorporé dans le MGHE (T2) et en plus sur l'aliment (T3) entraîne une baisse relative de l'acide lactique (0,33 et 0,25 g/kg de MS vs 1,88 avec l'aliment T1) et d'acide acétique (1,06 et 0,68 vs 1,88 g/kg de MS pour T1). Inversement, les teneurs en acide propionique dans l'aliment augmentent avec l'incorporation du conservateur (1,38 pour T2, 3,18 pour T3 vs 0,27 g/kg pour T1).

1.4. Animaux et bâtiments

En porcelet, deux bandes successives de 168 porcelets croisés (truis Camborough x verrat PIC) sont contrôlées. Les salles de post-sevrage sont constituées de 2 rangées de 12 loges de 1,70 m², de type flat-deck. Chaque loge, équipée de caillebotis plastique, d'une sucette et d'un nourrisseur regroupe 7 animaux.

En engraissement, l'essai A a été réalisé avec 180 animaux répartis en 30 loges de 6 porcs et l'essai B a été réalisé avec 162 animaux répartis en 18 loges de 9 porcs. Les porcs de l'essai B avaient déjà reçu les mêmes aliments en post-sevrage. Les aliments expérimentaux sont distribués selon un plan de rationnement en farine à l'auge sous forme de soupe reconstituée par ajout d'eau au moment du repas.

2. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

2.1. Essai sur porcelets

De 27 à 38 jours, l'addition d'acides organiques dans les aliments 1er âge au taux de 4 ‰ dans l'aliment pour le traitement T2 et de 8 ‰ dans l'aliment pour le traitement T3 n'a pas modifié les performances des jeunes porcelets (tableau 5).

Tableau 4 - Analyses microbiologiques, teneurs en mycotoxines et analyse fermentaire des aliments expérimentaux.

Traitements	T1	T2	T3
Libellé	Témoin	Traité 4 ‰	Traité 4 + 4 ‰
Analyses microbiologiques (germes/g)			
Bacilles lactiques	2,3.10 ⁶	0,11.10 ⁶	0,10.10 ⁶
Levures	26,3.10 ⁶	5,1.10 ⁶	0,3.10 ⁶
Moisissures (1)	3,4.10 ⁵	4,5.10 ³	4,5.10 ³
Analyses mycotoxines (ppb)			
Toxine T2	10	10	15
Zéaralénone	60	26	16
Ochratoxine	-	-	-
Analyse fermentaire			
pH	5,88	5,85	5,53
Acide lactique (2)	1,88	0,33	0,25
Acide acétique (2)	1,88	1,06	0,68
Acide propionique (2)	0,27	1,38	3,18
Acide butyrique (2)	0,13	0,13	0,14

(1) Principalement *Penicillium* sp, *Byssoschlamys nivea* et *Mucor* sp.

(2) En g/kg de produit sec.

Le niveau de consommation en deuxième âge, comme en premier âge comme n'est pas influencé par la présence du mélange d'acides organiques.

En deuxième âge, il apparaît un effet légèrement favorable ($P = 0,23$) à l'incorporation de 4 ‰ en plus des 4 ‰ incorporé à la mise en silo. Comparativement au témoin, la croissance est améliorée de 1,9 % (544 vs 534 g) et l'indice de consommation amélioré de 1,1 % (1,80 vs 1,82).

Avec seulement 4 ‰ de mélange d'acides organiques incorporé dans le MGHE à la mise en silo, la valorisation de l'aliment par les porcelets est identique à celle de l'aliment témoin.

2.2. Essais sur porcs charcutiers

2.2.1. Essai A

Les aliments expérimentaux avec ou sans acidifiant, distribués dès l'entrée en engraissement, sont aussi bien consommés que le témoin. L'adaptation des animaux aux aliments n'a pas posé de problèmes de consommation ; par contre les niveaux de performances sont plus variables

En période de croissance (tableau 6), quel que soit le traitement les performances ne sont pas significativement différentes. Avec l'incorporation de 4 ‰ de mélange

Tableau 5 - Performances zootechniques de l'essai porcelets.

Traitements	T1	T2	T3	Proba sous H0 (1)
Libellé	Témoin	Traité 4 ‰	Traité 4+4 ‰	
Premier âge de 8,6 à 11,0 kg				
Consommation (kg/j)	0,246	0,248	0,250	N.S.
Vitesse de croissance (g)	221	224	223	N.S.
Indice de consommation	1,12	1,11	1,13	N.S.
Deuxième âge de 11,0 à 26,1 kg				
Consommation (kg/j)	0,974	0,980	0,979	N.S.
Vitesse de croissance (g)	534	540	544	N.S.
Indice de consommation	1,82	1,82	1,80	0,23

(1) H0 : hypothèse d'égalité des moyennes, N.S.: non significatif au seuil de probabilité $P=0,30$

Tableau 6 - Performances zootechniques des porcs charcutiers de l'essai A (ref.E15).

Essais (Réf.)	A (E 15)			Effet traitement
	T1	T2	T3	
Traitements	T1	T2	T3	Proba sous H0(1)
Libellé	Témoin	Traité 4 ‰	Traité 4 + 4 ‰	
Période de croissance de 26 à 60 kg				
Consommation (kg/j)	1,81	1,81	1,81	N.S.
Vitesse de croissance (g)	801	814	799	N.S.
- 1 ^{ère} quinzaine	705	703	692	N.S.
- 2 ^{ème} quinzaine	836	857	832	0,25
- 3 ^{ème} quinzaine	853	892	889	0,14
Indice de consommation	2,26	2,22	2,27	N.S.
Période de finition de 60 kg à l'abattage				
Consommation (kg/j)	2,47	2,47	2,47	N.S.
Vitesse de croissance (g)	820 b	840 ab	844 a	0,05
Indice de consommation	3,02 b	2,95 ab	2,93 a	0,03
Durée totale de 26 kg à l'abattage				
Poids veille abattage (kg)	109,5	109,4	109,8	N.S.
Consommation (kg/j)	2,20	2,19	2,19	N.S.
Vitesse de croissance (g)	810 b	829 a	825 ab	0,05
Indice de consommation	2,71 b	2,65 a	2,66 a	0,04
Caractéristiques des carcasses				
Muscle T.V.M. (%)	60,3	60,0	59,9	N.S.
Gras épaisseur G2 (mm)	14,8	15,1	15,2	N.S.
Muscle épaisseur M2 (mm)	54,1	54,7	53,9	N.S.

(1) H0 : hypothèse d'égalité des moyennes, N.S.: non significatif au seuil $P = 0,30$

d'acides organiques à la mise en silo (T2) les performances sont légèrement améliorées de 1,7 %. L'addition de 4 ‰ dans l'aliment (T3) ne modifie pas les performances.

À l'analyse des résultats par quinzaine, les performances avec T2 les 15 premiers jours ont été identiques au témoin. À la période suivante, de 36,3 à 60 kg l'amélioration de la vitesse de croissance est de l'ordre de 3,9 %. Avec l'aliment T3, la première période d'engraissement de 15 jours se traduit par une baisse des performances des animaux par rapport au témoin (- 1,9 %). La période suivante les performances sont équivalentes au témoin. L'amélioration des performances n'est observée qu'à partir de la troisième période, à partir de 48 kg de poids vif.

En finition, les performances sont significativement améliorées avec l'incorporation du mélange d'acides organiques. Avec l'incorporation de 4 ‰ de mélange d'acides organiques à la mise en silo (T2) les performances de croissance sont supérieures de 2,4%; l'indice de consommation est amélioré de 2,3%. Avec l'addition supplémentaire de 4 ‰ dans l'aliment (T3) les performances de croissance sont supérieures de 2,9% et l'indice de consommation est amélioré de 3,0%.

Sur la durée totale de l'engraissement, les performances sont significativement améliorées avec l'utilisation du mélange d'acides organiques. Les performances très voisines avec les aliments T2 et T3 sont significativement supérieures à celles obtenues avec l'aliment témoin.

À l'abattage, la composition des carcasses est statistiquement identique entre traitement.

2.2.2. Essai B

Par rapport à l'essai A, les aliments expérimentaux ont également été distribués durant la phase de premier et de deuxième âge. L'amélioration des performances d'élevage avec les aliments T2 et T3 est observée dès le début de l'engraissement (tableau 7).

En période de croissance, les performances sont significativement améliorées avec le maïs inerté traité. Avec l'incorporation de 4 ‰ de mélange d'acides organiques à la mise en silo (T2) les performances de croissance sont supérieures de 2,2%; l'indice de consommation est amélioré de 3,2 %. Avec l'addition supplémentaire de 4 ‰ dans l'aliment (T3) les performances de croissance sont supérieures de 3,1% et l'indice de consommation est amélioré de 4,0 %.

En période de finition, les performances ne sont pas significativement différentes. Avec l'incorporation de 4 ‰ à la mise en silo (T2) comme avec l'addition de 4 ‰ dans l'aliment (T3) les performances sont malgré tout légèrement améliorées de 1,6 %.

Sur la durée totale de l'engraissement, l'incorporation du mélange d'acides organiques dans le MGHE (T2) ou en plus dans l'aliment (T3) entraîne une amélioration significative des performances. La croissance est supérieure de

Tableau 7 - Performances zootechniques des porcs charcutiers de l'essai B (ref.B44).

Essais (Réf.) Traitements	B (B 44)			Effet traitement
	T1	T2	T3	
Libellé	Témoin	Traité 4 ‰	Traité 4 + 4‰	Probabilité sous H0 (1)
Période de croissance 26 à 60 kg				
Consommation (kg/j)	1,84	1,83	1,83	N.S.
Vitesse de croissance (g)	734a	750 ab	757 b	0,04
- 1 ^{ère} quinzaine	641	653	666	0,34
- 2 ^{ème} quinzaine	736	765	765	0,21
- 3 ^{ème} quinzaine	796	792	794	N.S.
Indice de consommation	2,51 b	2,43 a	2,41 a	0,01
Période de finition de 60 kg à l'abattage				
Consommation (kg/j)	2,43	2,44	2,43	N.S.
Vitesse de croissance (g)	781	797	792	0,12
Indice de consommation	3,11	3,06	3,06	0,18
Durée totale de 26 kg à l'abattage				
Poids veille abattage (kg)	108,7 b	109,5 a	109,8 a	0,01
Consommation (kg/j)	2,18	2,18	2,18	N.S.
Vitesse de croissance (g)	764 b	780 a	781 a	0,02
Indice de consommation	2,86 b	2,81 a	2,80 a	0,02
Caractéristiques des carcasses				
Muscle T.V.M. (%)	59,7	59,7	59,8	N.S.
Gras épaisseur G2 (mm)	15,8	15,6	15,4	N.S.
Muscle épaisseur M2 (mm)	54,2	53,5	53,4	N.S.

(1) H0 : hypothèse d'égalité des moyennes, N.S.: non significatif au seuil P = 0,30.

2,2 % (781 vs 764 g) et l'indice de consommation est amélioré de 2,1 % (2,80 vs 2,86).

À l'abattage, les carcasses sont statistiquement identiques ; elles se caractérisent par un T.V.M. de 59,7 p.cent en moyenne.

3. DISCUSSION - CONCLUSION

L'incorporation de 4 ‰ d'un mélange d'acides à la mise en silo du maïs grain humide conservé entier par inertage (MGHE) a été étudiée afin de juger les effets sur les processus de fermentation, sur l'évolution de la flore microbienne et sur les performances des porcelets et des porcs à l'engrais. L'addition supplémentaire de 4 ‰ au moment de la fabrication des aliments est également étudiée, soit 4 ‰ dans le MGHE + 4 ‰ dans l'aliment.

La valeur d'utilisation pour l'alimentation des porcs a été étudiée avec des aliments de composition simple "MGHE + tourteau de soja 48 + AMV" en prenant en compte les recommandations du CORPEN pour le porc charcutier (165 g/kg de MAT en croissance et 150 g/kg en finition).

L'incorporation du conservateur au moment de la récolte a eu pour effet immédiat de réduire la présence de moisissures. Les analyses réalisées au cours de l'exploitation des lots de maïs confirment les résultats de la mise en silo. Le développement des bactéries lactiques et des levures est également limité. Les analyses fermentaires font ressortir des teneurs plus faibles en acide lactique et acétique. Par contre la teneur en acide propionique est supérieure de par l'apport du mélange d'acides. En conséquence, le pH est malgré tout identique dans les deux cas, respectivement 5,0 et 4,9. Ce résultat est en accord avec les modes d'action des acides organiques que ROTH et KIRCHGESSNER (1995) décomposent en un effet antimicrobien, un effet sur le tractus digestif et un effet sur l'utilisation de l'énergie.

Les analyses réalisées sur les aliments expérimentaux contenant les deux lots de maïs confirment la meilleure qualité microbiologique obtenue avec le MGHE traité. Le pH des aliments n'est pas modifié mais les teneurs plus faibles en acides lactique et acétique confirment les valeurs analysées sur les lots de MGHE. L'incorporation du mélange d'acide organique en plus dans l'aliment au moment de la préparation entraîne une baisse du pH de l'aliment de 0,4 point, une baisse relative des teneurs en acide lactique et en acide acé-

tique, une augmentation de la teneur en acide propionique. On constate également une diminution de la teneur en levures de l'aliment.

L'utilisation de maïs inerté traité à 4 ‰ à la mise en silo pour l'alimentation des porcelets n'entraîne pas de différences significatives par rapport au maïs inerté témoin. Dès le premier âge les aliments sont normalement consommés ; la croissance et l'indice de consommation sont identiques. Chez le porc charcutier, une utilisation à partir de la mise en engraissement uniquement se traduit par une période d'adaptation ; les performances ne sont sensiblement améliorées qu'après une quinzaine de jours d'utilisation. Par contre, l'effet est notable dès 26 kg lorsqu'il a été utilisé pour l'alimentation des porcelets en post-sevrage. L'amélioration de croissance et de l'indice de consommation est de 2 % par rapport au maïs humide inerté seul.

L'addition supplémentaire du mélange d'acides organiques à raison de 4 ‰ dans l'aliment déjà à base de MGHE traité se traduit par une tendance positive chez le porcelet en deuxième âge, suivi d'une forte amélioration (3 %) dès le début de l'engraisement lorsque les aliments supplémentés sont distribués en post-sevrage. Ce résultat est à rapprocher de l'effet des acides organiques sur le pH du contenu stomacal. EIDELSBURGER et al (1992) signalent l'intérêt de l'acidification de l'aliment pour les jeunes porcelets qui présentent une faible capacité de production d'acide chlorhydrique. SÈVE (1986) indique également l'effet pour contrôler la flore bactérienne et favoriser une activité digestive optimale. DOURMAD et MESCHY (1998) signalent l'intérêt des acides organiques sur le pH stomacal des jeunes porcelets avec des aliments à faible pouvoir tampon.

En conclusion, l'incorporation dans le maïs grain humide entier inerté en silo étanche à l'air de 4 ‰ d'un mélange d'acides organiques entraîne une réduction de la flore. L'acidification du milieu assure une bonne conservation du maïs.

Pour les porcelets, l'addition supplémentaire de 4 ‰ du mélange d'acides organiques au moment de la préparation de l'aliment entraîne une amélioration non significative des performances de croissance pour un même niveau de consommation. Pour les porcs charcutiers, l'utilisation de maïs grain humide entier traité à la mise en silo entraîne une amélioration des performances de l'ordre de 2,0 p.cent dès le début de l'engraisement lorsque les aliments porcelets contenaient déjà du maïs traité. Avec l'addition supplémentaire de 4 ‰ de mélange d'acides organiques au moment de la préparation des aliments l'amélioration en début d'engraisement est de l'ordre de 4,0 %.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASTAING J., COUDURE R., GROSJEAN F., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 391-396.
- CASTAING J., CAMBEILH D., COUDURE R., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 1-6.
- DOURMAD J.Y., MESCHY F., 1998. Conférences GTV/SPACE, Rennes, septembre 1998, 12 pages.
- EIDELSBURGER U., 1998. BASF AG Ludwigshafen, Recent Advances in Animal Nutrition. University of Nottingham.
- EIDELSBURGER U., KIRCHGESSNER M., ROTH F.X., 1992. J. Anim. Physiology and Nutrition 68, 82-92.
- ROTH F.X., KIRCHGESSNER M., 1995. BASF AG Ludwigshafen, Fifth Forum Animal Nutrition, pp 5-20.
- SÈVE, 1986. Élevage et sevrage des porcelets. In : J.M. Pérez, P. Mornet, A. Rérat. Le porc et son élevage. Maloine Éd. Paris.