

Utilisation d'un conservateur biologique pour le maïs grain humide broyé ensilé ou entier inerté Effet sur la conservation et les performances des porcelets et porcs charcutiers

J. CASTAING, R. COUDURE

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

Utilisation d'un conservateur biologique pour le maïs grain humide broyé ensilé ou entier inerté : effet sur la conservation et les performances des porcelets et porcs charcutiers

L'effet de l'incorporation d'un conservateur biologique, le Silo+Soluble, associant deux bactéries lactiques homofermentaires, *Lactobacillus Plantarum* et *Streptococcus Faecium* sur les processus fermentaires et la qualité de conservation des deux formes de conservation du maïs grain humide, broyé ensilé ou entier inerté a été recherché. L'effet sur la valeur d'utilisation pour l'alimentation des porcelets et des porcs en engraissement a été contrôlé.

La colonisation du milieu par les Lactobacilles et la production d'acide lactique sont plus rapides. La flore fongique est réduite. Le dénombrement des levures fait ressortir une première phase au cours des 30 premiers jours de conservation avec réduction de leur nombre; puis en cours d'exploitation un développement identique au témoin.

Pour une conservation du maïs grain humide broyé ensilé la production d'acide lactique (18 g/kg MS contre 10,2 g/kg MS pour le témoin) et l'abaissement du pH (3,9 contre 4,4) sont rapides, inhibant le développement de la flore fongique.

Pour une conservation du maïs grain entier inerté, le processus s'installe plus lentement. Le pH atteint 5,8 contre 6,0, et la teneur en acide lactique est faible, respectivement 0,8 et 2,0 g/kg MS.

À l'utilisation, en alimentation à volonté pour les porcelets et en alimentation rationnée pour les porcs charcutiers les rations sont bien consommées. Les performances tendent à être améliorées. La meilleure valorisation de la ration à base de maïs inoculé se traduit surtout par une augmentation significative du développement musculaire et une réduction de l'adiposité.

The use of an organic additive on crushed high moisture maize grain silage or low oxygen atmosphere high moisture whole maize grain : effect on the conservation and the performance of piglets and growing/finishing pigs

The effect of incorporating an organic additive, Silo+Soluble, on the fermenting processes and the preservation quality of moist maize grain conserved either; crushed and ensiled or whole grain with low oxygen was studied. Silo+Soluble, is composed of two bacteria, *Lactobacillus Plantarum* and *Streptococcus Faecium*, which only produce lactic acid. The effect the additive on the performance of piglets and fattening pigs was evaluated. Colonisation by lactobacillus and the production of lactic acid were faster and the proliferation of fungal flora was reduced when compared to the control. The yeast count indicates that there are two phases; the first, lasting 30 days, where yeast levels were reduced compared to the control, and a second, during the time when the maize is used, when yeast development was the same as the control. The production of lactic acid and the decrease in pH were more rapid for crushed moist ensiled grain compared to the control (18g/kg DM vs 10.2g/kg DM and 3.9 vs 4.4, respectively) therefore inhibiting the development of fungal flora. The process was slower with moist low oxygen whole maize grain. The pH reached 5.8 vs 6.0 and the lactic acid content was lower, 0.8 and 2.0 g/kg DM, compared to the control. When used *ad libitum* for piglets and when rationed for growing/finishing pigs, consumption of the maize grain was good. Performance tended to be improved. The most significant improvement in carcass characteristics associated with the use of the inoculated maize was an increase in muscular development and a reduction in adiposity.

INTRODUCTION

L'ensilage du maïs humide broyé (M.G.H.ensilé) et l'inertage du grain entier (M.G.H.E. inerté) sont deux techniques de conservation du maïs autrement que séché pour l'alimentation des porcs. La bonne valeur alimentaire du maïs grain conservé humide implique une parfaite qualité de conservation. Le maïs grain humide broyé ensilé se définit comme étant une méthode de conservation en anaérobiose. Les bactéries lactiques fermentent les glucides présents en acides entraînant un abaissement du pH. Dans un tel milieu, toute activité enzymatique et fermentaire ne peut plus se poursuivre dans des conditions d'anaérobiose maîtrisées. Le maïs grain humide entier inerté se définit comme étant un mode de conservation en milieu étanche à l'air tel que l'oxygène présent au moment du stockage est rapidement consommé et conduit à une atmosphère en anaérobiose contrôlée permanente. La qualité de conservation du maïs humide dépend des conditions de récolte et des précautions apportés à la mise en silo.

Les études réalisées à l'AGPM ont permis de définir les règles de conduite d'un ensilage ou d'un inertage du maïs et leur valeur d'utilisation. Chez les porcelets, (CASTAING et al., 1989) les aliments à base de maïs humide, se caractérisant par une acidité supérieure en relation avec la teneur en acide lactique, tendent à améliorer les performances de croissance et d'efficacité alimentaire. Des résultats similaires ont également été observés chez les porcs charcutiers (CASTAING et al., 1988).

Cependant, la conservation peut être jugée à risque si des conditions de récolte inattendues et des contraintes de chantier imprévisibles se produisent. CASTAING et COUDURE (1999), ont montré l'intérêt de l'addition d'un conservateur composé d'un mélange d'acides organiques. Par-delà son effet neutralisant, il inhibe le développement de toute flore indésirable et entraîne également une amélioration de la valeur alimentaire de la ration à base de maïs et du comportement des animaux comme l'a signalé EIDELSBURGER, 1998.

L'incorporation d'un conservateur biologique dans la matière première est pratiquée à la mise en silo pour

l'herbe ou le maïs plante entière appelé maïs fourrage. Cette pratique n'est pas appliquée pour le maïs grain humide.

La présente étude a pour objet, de contrôler l'effet de l'incorporation du conservateur biologique Silo+Soluble associant deux souches homofermentaires de bactéries lactiques, *Lactobacillus Plantarum* et *Streptococcus Faecium* sur les processus fermentaires et la qualité de conservation des deux formes de conservation du maïs humide et d'en rechercher l'effet sur la valeur d'utilisation pour l'alimentation des porcs.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a pour objet de rechercher les conséquences du conservateur biologique Silo+Soluble sur les caractéristiques de conservation du maïs grain humide broyé ensilé ou entier inerté et les effets sur les performances des porcelets et des porcs charcutiers au cours d'essais zootechniques portant sur l'utilisation comparée des lots de maïs témoin et traités.

1.1. Présentation de l'étude

L'action a été mise en place avec la récolte de maïs de l'automne 1998. Elle se décompose en deux phases:

- Phase 1 : Qualité de conservation mycologique et contrôle des processus fermentaires
- Phase 2 : Effet sur les performances zootechniques des porcelets et porcs charcutiers.

La première phase de l'étude porte sur les caractéristiques de conservation mesurées au cours du premier mois de stockage post-récolte et en cours d'exploitation jusqu'à 150 jours, suite aux récoltes du 21/10/98 pour la forme "ensilé" et du 09/11/98 pour la forme "inerté".

Parallèlement, l'étude porte sur la mise en place des essais zootechniques pour la forme ensilé du 12/11/98 au 22/02/99 sur porcelets (ref. : P88a) et sur porcs charcutiers du 17/12/98 à avril 99 (ref. : F17), et pour la forme inerté du 04/02/99 au 05/04/99 sur porcelets (ref.P88b) et du 15/03/99 à juillet 99 sur charcutiers (ref.E18).

Tableau 1 - Schéma expérimental

Mode de conservation	Maïs Grain Humide broyé ensilé M.G.H. ensilé		Maïs Grain Humide Entier inerté M.G.H.E. inerté	
Mode de stockage	silo couloir		silo étanche à l'air	
Conservateur biologique Silo+	-	10 g / T	-	10 g / T
Référence silo	SC1-Témoin	SC2-Silo+	SS1-Témoin	SS2-Silo+
Essais zootechniques	Essai 1 - porcelets (ref.P88a) - porcs charcutiers (ref.F17)		Essai 2 - porcelets (ref.P88b) - porcs charcutiers (ref.E18)	

1.2. Le conservateur biologique Silo+Soluble

Le conservateur biologique Silo+Soluble est fourni par la Société de Nutrition DIEVET TROUW. Il a été incorporé avec un applicateur d'ensilage soluble à raison de 10g/tonne de maïs humide après dilution dans de l'eau déchlorée. Pour le maïs grain broyé ensilé, l'incorporation a été réalisée au fur et à mesure du broyage, à la chute du maïs grain dans la chambre de broyage et pour le grain entier inerté dans la partie inférieure de la vis de chargement du silo souple.

1.3. Lots de maïs

Avec la récolte de maïs de l'automne 1998 les deux modes de conservation du maïs grain humide ont été pratiqués : Ensilé ou Inerté. Le maïs de la même variété tardive provient d'une même parcelle. Sa teneur en Matières Azotées Totales est en moyenne de 7.8 % de la MS et sa teneur en amidon en moyenne de 75.0 % de la MS.

Pour la forme ensilé, il a été récolté à 36.1 % d'humidité. Deux silos couloirs de 20 tonnes (silo SC1-Témoin) et de 19 tonnes (silo SC2-Silo+) ont été réalisés dans les mêmes conditions. Sitôt récolté le maïs a été broyé avec un broyeur "maïs humide" équipé d'une grille à trous ronds de 10 mm et stocké en silo couloir. Le débit de broyage était fixé à 8 t/h.

Pour la forme inerté, il a été récolté à 29.0 %. Deux silos souples de 30 tonnes (silo SS1-Témoin) et de 27 tonnes (silo SS2-Silo+) ont été chargés dans les mêmes conditions. Sitôt récolté le maïs a été directement stocké en silo étanche à l'air du type silo souple sous abri habituellement utilisés pour ce mode de conservation pour des quantités correspondant à la récolte de 3 à 6 ha de maïs. Les conditions sont identiques à celles de silos tours métalliques de plus grande capacité construits en extérieur. Le débit de chargement était fixé à 8 t/h.

1.4. Suivi de la qualité de conservation

Le suivi des caractéristiques de conservation, mycologiques et fermentaires a porté sur une première période de 30 jours post-récolte, avant mise en exploitation des silos pour les essais zootechniques puis sur une deuxième période correspondant au suivi en cours d'exploitation des silos, de 30 jours jusqu'à 150 jours.

Pour les deux modes de conservation les prélèvements ont été réalisés au même stade post-récolte, aux dates préfixées (tableau 2).

Pour la forme "ensilé", l'échantillon est représentatif de la totalité de l'épaisseur du silo. Il est prélevé par carottage en cinq points du silo couloir. Pour la forme "inerté", l'échantillon est représentatif de l'ensemble de la quantité stockée en prélevant de petites quantités à la chute du maïs grain de la vis d'extraction après un temps d'attente pour écarter la quantité restée dans la vis.

Les quantités ainsi prélevées sont immédiatement placées en poche plastique étanche à l'air et congelées pour analyses différées au Laboratoire Départemental des Côtes d'Armor. Leur acheminement jusqu'au laboratoire est assuré par transport frigorifique garantissant la congélation.

1.5. Aliments expérimentaux

1.5.1. Composition

Pour les deux modes de conservation et pour les porcelets comme pour les porcs charcutiers, les aliments expérimentaux sont de composition simple : Maïs humide ensilé ou inerté, Tourteau de soja "48" et A.M.V. supplémenté en acides aminés pour respecter le profil de protéine idéale en fonction du stade sans augmenter les apports en protéines totales. Pour les porcelets, l'apport en lysine recherché est de 3,7 g par Mcal d'Énergie Digestible, soit 4,6 g de lysine digestible / Mcal E.N.. L'apport en phosphore est de 7,2 g/kg. Pour les porcs charcutiers l'aliment est raisonné pour apporter 165 g/kg de MAT en croissance et 150 g/kg en finition, soit respectivement 3,0 g et 2,4 g de lysine totale / Mcal d'Énergie Digestible, soit 3,5 et 2,8 g de lysine digestible / Mcal E.N..

Les aliments porcelets se composent de 59 % de maïs équivalent sec et les aliments charcutiers de 71 % en croissance et 75 % en finition. L'utilisation des formes humides est raisonnée en substitution pondérale relativement à la matière sèche.

1.5.2. Préparation des aliments expérimentaux

Les aliments sont préparés tous les 2 ou 3 jours pour les porcelets par unité de 250 kg puis ensachés hermétiquement et tous les jours pour les porcs charcutiers. Le maïs humide, déjà broyé à la récolte (ensilage) ou broyé au dessilage (inertage) avec un broyeur FAO de 10 CV équipé d'une grille de 6 mm de diamètre, est associé au complémentaire préalablement préparé. Le même complémentaire est utilisé pour les lot de maïs témoins et pour les lots inoculés.

1.6. Animaux et bâtiments

Les animaux sont issus du croisement "truies Camborough x verrat PIC". 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 6 animaux nourris à volonté. En engraissement chaque essai a été réalisé avec 112 animaux répartis en 16 loges de 7 porcs de même sexe. Les aliments expérimentaux sont distribués en farine à l'auge sous forme de soupe reconstituée par ajout d'eau au moment du repas. Les porcs ont déjà reçu les aliments à base des mêmes lots de maïs en post-sevrage

1.7. Traitement statistique des données

L'essai 1, portant sur le maïs conservé "ensilé", a été réalisé avec quatre bandes successives de 144 porcelets, soit 48 loges de 6 porcelets par traitement et une bande a été suivie en engraissement, soit 112 porcs répartis en 8 loges de 7 porcs de même sexe par traitement.

L'essai 2, portant sur le maïs conservé "inerté", deux bandes successives de 144 porcelets ont été retenues, soit 24 loges par traitement et une bande a été suivie en expérimentation comme pour l'essai 1.

L'analyse statistique des résultats, en modèle en bloc complet équilibrés, s'appuie sur l'analyse de variance selon la procédure GLM de SAS-STAT. L'unité expérimentale est l'animal (porcelet ou porc charcutier) pour les performances de croissance et de composition corporelle de la carcasse ; l'unité expérimentale est la loge, pour les résultats de consommation et d'efficacité alimentaire

2. RÉSULTATS

2.1. Qualité de conservation des lots de maïs humide "ensilé" et "inerté"

2.1.1. Caractéristiques microbiologiques des lots de maïs

À l'analyse microbiologique (tableau 2) les lots de maïs témoin présentent une bonne qualité microbiologique. Le maïs traité avec le Silo+, ensilé ou inerté, se caractérise à la mise en silo par une population plus importante de Lactobacilles, respectivement 10.10^6 et 7.10^4 germes/g comparativement au témoin ($< 3.10^4$).

Pour la forme "ensilé", la flore fongique et les levures sont fortement réduites, voire quasi inhibées après 30 jours de conservation.

Pour la forme "inerté", bien qu'une réduction du nombre de moisissures et de levures soit observée durant la phase de conservation jusqu'à 30 jours, l'effet est moins marqué.

L'effet du conservateur Silo+ apparaît plus tardivement que pour la forme "ensilé".

En cours d'exploitation, les moisissures restent à un niveau faible, avec un dénombrement < 10 spores / g en l'état à J+150 pour la forme "ensilé" et de l'ordre $10^2 - 10^3$ pour la forme "inerté".

Les levures sont présentes en plus grand nombre quel que soit le silo (10^7) après 90 jours d'exploitation.

L'identification des germes fait apparaître, pour les deux formes, un effet associé au conservateur qui entraîne une réduction des spores de *Penicillium sp*, *Fusarium sp*, *Mucor sp*, *Trichoderma viridé* par rapport au témoin sans modification de la colonisation par d'autres souches.

2.1.2. Caractéristiques fermentaires des lots de maïs

À l'analyse fermentaire, le Silo+S entraîne une acidification plus forte et plus rapide (tableau 3). A 30 jours, le pH est respectivement inférieur de 0,5 et 0,2 point avec la forme ensilé et inerté. La teneur en acide lactique est plus élevée avec la forme ensilé, respectivement 10,2 g/kg MS pour le témoin et 18,0 g/kg MS pour le lot inoculé. Avec la forme inerté, cet effet à 30 jours de conservation existe mais pour de très faibles teneurs en acide, respectivement 6,0 et 5,8 g/kg MS. Pour les autres acides (acétique, propionique, butyrique) en faible teneur dans tous les cas, il n'y a pas d'écart notable.

Tableau 2 - Caractéristiques microbiologiques des lots de maïs à la mise en silo et en cours d'exploitation

Mode de conservation	Ensilé		Inerté		
	Référence silo	SC1-Témoin	SC2-Silo+	SS1-Témoin	SS2-Silo+
Lactobacilles , germes /g en l'état					
J 0	$< 3 10^4$	$10 10^6$	$< 3 10^4$	$7 10^4$	
J+2	$660 10^6$	$480 10^6$	$7 10^6$	$20 10^6$	
J+5	$470 10^6$	$410 10^6$	$8 10^6$	$18 10^6$	
J+10	$370 10^6$	$390 10^6$	$3 10^6$	$35 10^6$	
J+30	$>2 10^9$	$>2 10^9$	$13 10^6$	$12 10^6$	
J+90	$7,8 10^6$	$5,1 10^6$	$14 10^6$	$29 10^6$	
J+120	$0,89 10^6$	$<30 000$	$0,9 10^6$	$4 10^6$	
J+150	$2,7 10^6$	$0,2 10^5$	$13 10^6$	$11 10^6$	
Moisissures , (1)					
J 0	221 400	122 310	51 010	213 660	
J+2	16 220	250	63 410	2 120	
J+5	2 000	200	1 520	620	
J+10	1 010	20	34 400	1 610	
J+30	150	20	3 840	3 020	
J+90	4400	20	1 400	300	
J+120	10	10	$0,6 10^6$	920	
J+150	<10	Non dénombré	190	1 400	
Levures , (1)					
J 0	150 000	25 000	19 000	490 000	
J+2	130 000	300	38 000	4 000	
J+5	3 000	100	100 000	1 000	
J+10	9 000	100	200 000	10 000	
J+30	5 000	30	60 000	4 000	
J+90	$1,5 10^6$	$3,3 10^6$	30 000	$1,7 10^6$	
J+120	$0,23 10^6$	130	$1,5 10^6$	$0,6 10^6$	
J+150	$8,7 10^6$	$1,5 10^6$	$1,7 10^6$	$0,5 10^6$	

(1) Dénombrement et identification exprimés en nombre de spores ou éléments mycéliens revivifiables par gramme d'aliment.

Tableau 3 - Caractéristiques fermentaires des lots de maïs

Mode de conservation	Ensilé		Inerté		
	Référence silo	SC1-Témoin	SC2-Silo+	SS1-Témoin	SS2-Silo+
pH					
J 0					
J+2		4,6	4,3	6,1	6
J+5		4,5	4,2	6,1	5,9
J+10		4,6	4,1	6,1	5,8
J+30		4,4	3,9	6	5,8
J+90		4,3	3,9	5,5	4,7
J+120		4,3	4	5,2	4,8
J+150		4,5	4,1	5,1	4,9
Acide Lactique, g/kg MS					
J 0					
J+2		6,8	10	1,1	0,6
J+5		8	13	1,3	0,9
J+10		8,2	16	1	1,1
J+30		10,2	18,0	0,8	2,0
J+90		12	17,8	2,3	6,2
J+120		12,5	18,4	1,3	4,5
J+150		10,7	17,7	1,5	3,3
Éthanol, g/kg MS					
J 0					
J+2		3,3	1,2	1,8	2,4
J+5		4,2	1,7	2,6	4
J+10		4,2	1,4	5,2	5,7
J+30		2,4	0,8	9,3	8,4
J+90		3,3	1,9	9,4	9,9
J+120		4,5	1,2	9,1	8,6
J+150		1,1	0,7	8,7	9,6

La teneur en alcool éthylique est fortement réduite avec le Silo+ pour l'ensilé ; les autres alcools sont à de très faibles teneurs. Pour l'inerté, il n'apparaît pas d'effet sur la réduction de la teneur en alcool éthylique.

2.2. Résultats zootechniques

2.2.1. Essai 1 : Résultats pour le mode de conservation "ensilé"

Pour les porcelets, il apparaît un effet favorable du conservateur Silo+ pendant la deuxième période de 14 jours de deuxième âge. Au seuil de probabilité $P=0,08$, les porcelets ont davantage consommé l'aliment contenant le maïs traité (+1,1 %), 1,200 kg/j vs 1,187 kg/j. Leur croissance est améliorée de 1,7 %, 701 g/j vs 689 g/j ($P=0,05$). L'indice de consommation tend à être amélioré de 0,6 %, 1,71 vs 1,72 ; cette différence n'est pas significative (tableau 4, p 190).

Pour le porc charcutier, de 27,2 à 106,7 kg, en alimentation rationnée, les performances de croissance ne sont pas significativement différentes. Les vitesses de croissance sont respectivement de 793g/j avec le témoin et de 801g/j avec le maïs traité, soit une différence non significative de 1,0 %. L'efficacité alimentaire est comparable avec les deux lots de maïs, respectivement 2,82 et 2,79 (1,1%) (tableau 5, p 190).

Les caractéristiques des carcasses sont significativement améliorées avec l'incorporation de Silo+. Les porcs recevant le M.G.H.ensilé avec Silo+S ont un rendement plus élevé, 78,4 contre 77,8 % pour le témoin et une Teneur en Viande Maigre plus importante, 60,2 contre 58,4 %. L'épaisseur du gras de couverture "G2" est significativement plus faible de 2,1 mm, 15,3 contre 17,4 mm et l'épaisseur de muscle M2 est significativement supérieure de 2.4 mm, 55,3 contre 52,9 mm. L'épaisseur du gras "G1" n'est pas significativement différente, respectivement 19,0 et 19,7 pour le Silo+ et pour le témoin.

2.2.2. Essai 2 : Résultats pour le mode de conservation "inerté"

Pour les porcelets il n'apparaît pas d'effet significatif de l'incorporation du conservateur biologique. Les deux aliments sont normalement consommés, 0,978 kg/j par porcelet et la vitesse de croissance est identique, 590 g/j en moyenne (tableau 6, p 190).

En engraissement, en alimentation rationnée sur la base de mêmes apports énergétiques, les vitesses de croissance sont respectivement de 795 g et 805g, soit un écart non significatif ($P=0,17$) de 1,3 % (781 et 791 g/j chez les mâles castrés et 808 et 820 g/j chez les femelles). Au seuil de probabilité

Tableau 4 - Performances zootechniques de l'essai porcelets avec maïs "ensilé"

Mode de conservation	Ensilé		C.V. résiduel, % (1)	Proba sous H ₀ (2)
	Référence silo	SC1-Témoin		
Première période, 14 jours				
Poids début essai, kg	11,74	11,74	1,3	NS
Poids à 14 jours, kg	18,92	18,89	2,2	NS
Deuxième période, 14 jours				
Poids fin essai, kg	27,85	27,98	1,9	0,24
Gain moyen quotidien, g	689b	701a	4,2	*
Consommation moyenne, kg/j	1,187	1,200	3,2	0,08
Indice de consommation, kg	1,72	1,71	2,8	0,24
Durée totale, 28 jours				
Gain moyen quotidien, g	597	602	3,1	0,19
Consommation moyenne, kg/j	0,966	0,973	3,0	0,19
Indice de consommation, kg	1,62	1,62	2,1	NS

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

(2) Probabilité sous H₀ : Hypothèse d'égalité des moyennes des traitements (NS : non significatif au seuil P>0,30 ; * P<0,05 ; **P <0,01).
Les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil P=0,05

Tableau 5 - Résultats de l'essai porcs charcutiers avec maïs "ensilé"

Mode de conservation	Ensilé		C.V. résiduel, % (1)	Proba sous H ₀ (2)
	Référence silo	SC1-Témoin		
Résultats zootechniques				
Poids début essai, kg	27,2	27,2	1,3	NS
Poids fin essai (kg)	106,5	106,8	0,6	NS
Vitesse de croissance (g/j)	793	801	4,0	NS
Consommation (kg/j)	2,24	2,23	0,5	NS
Indice de consommation	2,82	2,79	4,1	NS
Résultats carcasses				
Poids carcasse froide (kg)	82,9b	83,7a	2,5	*
Rendement carcasse (%)	77,8b	78,4a	1,5	**
Teneur Viande Maigre (%)	58,4b	60,2a	4,9	**
Gras G1 (mm)	19,7	19,0	20,8	NS
Gras G2 (mm)	17,4b	15,3a	20,2	**
Muscle M2 (mm)	52,9b	55,3a	8,6	**

(1) et (2) Voir tableau 4

Tableau 6 - Performances zootechniques de l'essai porcelets avec maïs "inerté"

Mode de conservation	Inerté		C.V. résiduel, % (1)	Proba sous H ₀ (2)
	Référence silo	SC1-Témoin		
Poids début essai, kg	11,72	11,72	1,2	NS
Poids fin essai, kg	28,22	28,24	2,2	NS
Gain moyen quotidien, g	589	590	3,7	NS
Consommation moyenne, kg/j	0,978	0,979	3,1	NS
Indice de consommation, kg	1,66	1,66	2,0	NS

(1) et (2) Voir tableau 4

Tableau 7 - Résultats de l'essai sur porcs charcutiers avec maïs "inerté"

Mode de conservation	Inerté		C.V. résiduel, % (1)	Proba sous H ₀ (2)
	Référence silo	SC1-Témoin		
Résultats zootechniques				
Poids début essai, kg	26,84	26,83	0,2	NS
Poids fin essai (kg)	107,49	107,60	1,1	NS
Vitesse de croissance (g/j)	795	805	1,7	0,17
Consommation (kg/j)	2,21	2,21	0,5	NS
Indice de consommation	2,81	2,76	1,7	0,11
Résultats carcasses				
Poids carcasse froide (kg)	84,2	84,4	1,4	NS
Rendement carcasse (%)	78,3	78,4	1,1	NS
Teneur Viande Maigre (%)	59,0b	59,7a	0,7	*
Gras G1 (mm)	20,2	19,5	5,1	0,21
Gras G2 (mm)	17,1	16,6	4,3	0,28
Muscle M2 (mm)	55,3b	57,1a	2,8	*

(1) et (2) Voir tableau 4

$P=0.11$, l'efficacité alimentaire est améliorée de 1,8 % avec le maïs traité, 2,81 et 2,76.

Les caractéristiques des carcasses sont significativement améliorées avec l'incorporation de Silo+ dans le maïs inerté. Pour un même rendement carcasse avec les deux traitements, respectivement 78,3% et 78,4%, la Teneur en Viande Maigre est significativement supérieure de 0,7 point avec le maïs traité, 59,7 p.cent contre 59,0 p.cent. Pour les carcasses issues des mâles castrés on observe une réduction de 1.4mm de l'épaisseur de gras de couverture et une augmentation de 0,7mm de l'épaisseur du muscle dorsal et chez les femelles une augmentation importante de l'épaisseur du muscle dorsal, de 3mm.

3. DISCUSSION - CONCLUSION

L'effet de l'incorporation à la mise en silo du conservateur biologique "Silo+Soluble" a été étudié à raison de 10g/tonne sur Maïs Grain Humide "ensilé" ou "inerté".

Comparativement au témoin conduit dans des conditions de récolte normales, de mise en silo et de conduite des silos, la colonisation de la masse par les Lactobacilles et la production d'acide lactique sont plus rapides. La flore fongique est réduite et plus particulièrement fusarium, mucor et trichoderma viridé. Le dénombrement des levures fait ressortir une réduction de leur nombre au cours des 30 premiers jours de conservation. Au-delà, les contrôles en cours d'exploitation font ressortir une augmentation des levures qui avoisinent 10⁶ quel que soit le silo. Ce résultat rejoint des résultats antérieurs, (CASTAING et COUDURE, 1999). Avec l'incorporation d'un mélange d'acides organiques dans du maïs "inerté" les levures, non dénombrées à la mise en silo, retrouvaient une même importance en cours d'exploitation.

Sur Maïs Grain Humide broyé et ensilé, l'inoculation de Silo+ se traduit par un pH acide inférieur au témoin (3,9 contre 4,4 à 30 jours post-récolte) et une teneur élevée en acide lactique (17,7 contre 10,2 g/kgMS). Des études

antérieures (CASTAING *et al.*, 1993) donnaient des teneurs en acide lactique de 9,5 g/kg MS pour du maïs humide ensilé à 37 p.cent d'humidité. La teneur en alcool éthylique est très fortement réduite (0,8 contre 2,4 g/kgMS).

Sur Maïs Grain Humide entier et inerté, les deux lots présentent un pH comparable, respectivement 5,8 et 6,0, à rapprocher de la teneur en acide lactique faible, respectivement 0,8 et 2,0 g/kg MS. A l'inverse, la teneur en alcool éthylique est élevée pour les deux lots.

A l'utilisation pour l'alimentation des porcelets et des porcs charcutiers, l'aliment à base de maïs traité est aussi bien consommé que l'aliment témoin.

Chez les porcelets, le maïs ensilé traité influe favorablement les performances de croissance des porcelets avec un effet plus marqué après 14 jours. Cet écart significatif favorable est à rapprocher d'un effet en relation avec l'acidification plus importante du maïs. Avec le maïs inerté, les performances ne sont pas modifiées comparativement au témoin. Le maïs "inerté" a présenté une moindre acidification. Des travaux antérieurs (CASTAING et COUDURE, 1999) font ressortir une amélioration non significative des performances avec l'addition d'acides organiques. 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 chloridrique. SÈVE (1986) signale aussi l'effet de l'acidification 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.

Chez les porcs charcutiers, ayant déjà, en post sevrage, reçu l'aliment de même composition que celui qu'ils reçoivent, en alimentation rationnée, les vitesses de croissance et indice de consommation tendent à être légèrement améliorées ; l'effet est plus marqué avec la forme "inerté".

L'effet favorable de l'incorporation du conservateur biologique apparaît significatif sur la composition corporelle des carcasses. Celles-ci se caractérisent par une teneur en

viande maigre significativement supérieure. Cet écart favorable est expliqué dans le cas de l'ensilé par une réduction de l'adiposité et une augmentation de l'épaisseur du muscle long dorsal et dans le cas de l'inerté par une augmentation importante de l'épaisseur de muscle.

Dans les conditions de ces deux essais zootechniques, avec un dispositif expérimental s'appuyant sur un grand nombre d'animaux, l'effet de l'incorporation de Silo+Soluble, significatif sur les performances de croissance des porcelets après deux semaines, assure les mêmes performances en engraissement et surtout améliore très nettement la composition corporelle des carcasses. Un tel résultat n'a jamais été observé au cours des études antérieures comparant la valeur d'utilisation du maïs humide à celle du maïs sec, (CASTAING *et al.*, 1993, CASTAING *et al.*, 1988). Cette amélioration qui porte sur une meilleure utilisation des nutriments de la ration pour la production de muscle peut être rapprochée de l'effet de l'augmentation de la teneur

en acide lactique en relation avec la colonisation rapide par les lactobacilles. Mais ce meilleur développement musculaire est à rapprocher certainement aussi d'un effet plus global de la ration à base de maïs traité avec le conservateur biologique, permettant, à en juger par la réduction de l'adiposité, une bonne valorisation de l'énergie pour la synthèse protéique.

En conclusion, le "Silo+Soluble" oriente le processus des fermentations attendues pour la conservation du maïs grain humide broyé "ensilé" ou entier "inerté" en favorisant la production d'acide lactique et l'abaissement du pH de façon rapide pour la forme ensilée et dans le temps pour la forme inertée, inhibant ainsi le développement de la flore fongique. Pour l'alimentation des porcs, la ration à base de maïs humide avec le conservateur biologique tend à améliorer les performances à en juger par un léger écart favorable systématique et entraîne une amélioration significative du dépôt de muscle et/ou une réduction de l'adiposité.

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.
- CASTAING J., CAZAUX J.G., COUDURE R., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 151-156.
- CASTAING J., COUDURE R., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 231-237.
- DOURMAD J.Y., MESCHY F., 1998. Conférences GTV/SPACE, Rennes, septembre 1998, 12 pages.
- EIDELSBURGER U., KIRCHGESSNER M., ROTH F.X., 1992. Journal of Animal Physiology and Nutrition 68, 82-92.
- EIDELSBURGER U., 1998. BASF AG Ludwigshafen, Recent Advances in Animal Nutrition. University of Nottingham, UK.
- SÈVE, 1986. Élevage et sevrage des porcelets. In : J.M. Pérez, P. Mornet, A. Rerat. Le porc et son élevage. Maloine Ed, Paris.