

QUALITE DES ENSILAGES DE MAIS GRAIN HUMIDE PRESERVES PAR L'ACIDE PROPIONIQUE

*Christiane DUMAY, J. DELORT-LAVAL et S.Z. ZELTER **

*I.N.R.A. - Laboratoire de Recherches sur la Conservation et l'Efficacité des Aliments
C.N.R.Z. - 78 - Jouy-en-Josas*

INTRODUCTION

Le maïs grain mûr renferme à la récolte de 25 à 40 % d'humidité. Pour pouvoir être stocké, il est traditionnellement séché par divers moyens plus ou moins coûteux ; mais, depuis quelques années, il a été constaté que le grain destiné à l'alimentation animale pouvait également être plus économiquement conservé par broyage et ensilage. La réussite de ce procédé est toutefois conditionnée par le développement d'une intense fermentation lactique en milieu anaérobie, qui limite les pertes de conservation et évite une détérioration excessive de la valeur nutritive du produit : le succès de cette technique suppose, soit un broyage associé à un tassement énergique de la masse, soit l'emploi de silos étanches.

Le traitement par l'acide propionique, substance douée de propriétés bactéricides et fongicides, est préconisé depuis peu d'années pour stabiliser les produits alimentaires périssables, en particulier les céréales humides. Dans la mesure où il serait efficace, le recours à cet acide, métabolisé par l'organisme et inoffensif à faibles doses aussi bien pour l'animal que pour l'homme, simplifierait sans doute le stockage du grain et réduirait les besoins en matériel onéreux de conditionnement et de conservation.

En 1970 huit stations ont réalisé des essais concertés sur la conservation du maïs grain par l'acide propionique. La centralisation, par C. FEVRIER (Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - C.N.R.Z. I.N.R.A.) des informations sur ces essais et des échantillons correspondants nous ont offert l'occasion d'étudier la qualité des ensilages de ces produits, conservés dans diverses conditions courantes de la pratique, avec ou sans addition de doses variables d'acide propionique.

MATERIEL ET METHODES

Les maïs récoltés dans les stations d'essais accusaient une teneur en humidité comprise entre 26 et 40 %. Ils ont été traités dès la récolte comme indiqué dans le tableau 1 par broyage suivi d'ensilage (stations 3 - 6 - 7 et 8), ou, dans toutes les stations, par traitement avant ensilage du grain entier à trois doses d'acide propionique : 0,5 - 1,0 et 1,5 % du produit humide. Dans l'un des essais (station 2), une partie du maïs a été séchée artificiellement. Des échantillons, prélevés au moment de la mise en silo et en fin de conservation (2 à 8 mois), ont été aussitôt congelés aux fins d'analyse. Nous y avons déterminé : l'acide lactique selon BARNETT (1951), les acides gras volatils (acides acétique, propionique et butyrique) par chromatographie de partage gaz-liquide (JAMES et MARTIN, 1951 ; ZELTER et LEROY, 1958), le pH, l'azote ammoniacal (CONWAY, 1957) ; l'azote soluble, extrait par trois éluions successives à l'eau, et l'azote total ont été dosés selon KJELDHAL.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont rapportés dans les tableaux 2, 3 et 4.

1°/ Séchage artificiel

Comme l'on pouvait s'y attendre, le séchage artificiel du produit humide (station 2), suivi d'un stockage en sacs, ne modifie apparemment en rien les caractéristiques qualitatives initiales de l'aliment. Le taux d'azote

* Avec la collaboration technique de Françoise KOZLOWSKI

soluble, pourtant aisément réduit par le traitement thermique, n'est ici que faiblement modifié. Toutefois, l'analyse classique à laquelle ce produit a été soumis, ne permet guère de rendre compte de l'effet réel de la chaleur, qui nécessiterait un recours à des tests plus spécifiques.

2°/ Ensilage

Les caractéristiques qualitatives des grains à la récolte avant et après traitement à l'acide propionique (tableau 2) sont fort similaires.

L'adjonction d'acide abaisse aussitôt le pH initial (6,3 - 6,7) d'environ 2 points. L'amplitude de cette décroissance est fonction de la dose incorporée (station 1 - tableau 2). Sa variation s'explique par le fait que l'on relève des écarts non négligeables entre les quantités d'additifs effectivement incorporées et celles envisagées. Ces différences sont probablement dues, soit à des erreurs importantes d'estimation des débits (station 6) réels des pulvérisations d'acide, soit à la répartition hétérogène dans la masse traitée, soit encore à des erreurs d'échantillonnage dont la représentativité pourrait différer selon le mode de prélèvement choisi. Quoiqu'il en soit, elles sont d'autant plus sensibles que la dose d'incorporation est plus faible (inférieure à 1 %).

La teneur initiale en azote ammoniacal est minime et constante dans tous les produits ; celle d'azote soluble est réduite de 3 - 4 points dans les produits traités à l'acide propionique.

Un fait est incontestable : tous les ensilages, aussi bien les naturels non traités que ceux traités à l'acide propionique, sont exempts d'acide butyrique en quantités dosables.

a) Qualités des ensilages naturels de grains broyés et tassés :

Si l'on compare les caractéristiques qualitatives des ensilages naturels (tableau 3) à celles des produits introduits dans les silos (tableau 2), on note en premier lieu une chute sensible de pH en fin de conservation ; celui-ci décroît de 2,5 points et passe de 6,4 - 6,7 à 4,0 - 4,5, essentiellement en raison de l'abondante production spontanée d'acide lactique dans le milieu : la teneur des produits en acide lactique, initialement quasi-nulle, atteint, en fin de conservation, 7,8 à 10,4 grammes par kg d'ensilage humide. On enregistre aussi une certaine fermentation acétique, mais faible (0,6 à 3,1 g/kg).

Cette activité fermentaire spontanée s'est développé aux dépens de la fraction énergétique la plus assimilable, celle des glucides du grain. Elle a entraîné sans aucun doute des pertes de valeur nutritive, qui n'ont pas pu être chiffrées.

La concentration d'azote soluble a triplé, voir même quadruplé par rapport à l'origine et celle d'ammoniac a décuplé. Il est incontestable que protéolyse et désamination ont détérioré les fractions protéiques les plus riches en acides aminés indispensables, et cela quel que soit le type de silo utilisé.

b) Qualité des ensilages de grains entiers non tassés et traités à l'acide propionique :

Quelle que soit la variété, la dose d'acide utilisée ou le type de silo, on constate (tableau 4) que :

- dans la majorité des cas, les quantités d'acide propionique initialement ajoutées se retrouvent quasi-intégralement dans les ensilages en fin de conservation (station 7) ; cet acide ne serait donc pas métabolisé par la microflore du silo ;
- le pH noté à la mise en silo après traitement à l'acide propionique n'a pas varié après plusieurs mois de conservation ; il est situé dans une zone connue comme très favorable à la prolifération d'une microflore lactique dominante ; malgré ce milieu favorable, on n'enregistre cependant pas, à l'exception d'un seul cas (station 4), de production d'acide lactique, ni d'ailleurs d'acide acétique dans les produits ensilés : les concentrations finales de ces deux substances sont pratiquement négligeables et très voisines de celles trouvées dans les matières premières dont ils proviennent. Ces faits témoignent avec certitude des propriétés stabilisatrices de l'acide propionique, qui préserve efficacement le maïs grain humide ensilé contre la dégradation bactérienne de ses glucides génératrice des pertes de valeur énergétique.
- la teneur en azote soluble, rapportée à l'azote total est en léger accroissement : 50 à 70 % au lieu de 300 - 400 % dans les ensilages broyés non traités à l'acide propionique ; elle double seulement dans un cas (station 6).

● la teneur en azote ammoniacal double tout au plus au lieu de décupler en absence d'additif : elle reste inférieure à 2 % de l'azote total dans les ensilages traités, contre 7,5 % dans ceux non traités à l'origine.

Il semble donc que l'acide propionique inhibe également d'une manière sensible la protéolyse et la désamination des protéines dans l'ensilage du maïs grain humide entier.

Notons enfin que la teneur en substance sèche de tous les ensilages n'a guère varié au cours de la conservation.

CONCLUSION

Les informations collectées au cours des investigations faites sur le maïs de la récolte 1970 permettent de dire que, même en l'absence d'acide propionique, les ensilages du grain humide sont fort acceptables, mais ont vraisemblablement perdu quelque peu de leur efficacité énergétique et azotée pour le porc en croissance. L'addition d'acide propionique à l'ensilage en améliore indubitablement la qualité, car elle épargne les glucides du produit et limite notablement la dégradation des fractions protéiques les plus riches en acides aminés essentiels plus spécialement lysine, en formes azotées de moindre efficacité pour le monogastrique, comme l'ont constaté BORGIDA et DELORT - LAVAL (1971) au cours de bilans d'azote établis sur des porcs avec un ensilage d'épis entiers de maïs.

Une dernière conclusion se dégage de notre étude : dans les conditions des essais dont les résultats sont ici regroupés, une dose maximale de 10 g (1 %) d'acide/kg de grain humide paraît amplement suffisante pour préserver correctement l'aliment contre une détérioration qualitative notable pendant une durée de 3 mois (station 4). Pour une durée de 8 mois (station 7), la seule dose essayée de 15 g est également satisfaisante, mais nous manquons d'informations concernant une conservation de plus longue durée. Dans certains cas, notamment lorsque la teneur en humidité du grain récolté ne dépasse pas 30 %, une dose légèrement plus faible (7 - 8 g) devrait également procurer des résultats satisfaisants. Des quantités supérieures à 10 g ne donnant pas des résultats meilleurs contribueraient à l'augmentation du coût du traitement et en réduiraient l'intérêt économique.

Ces conclusions favorables à l'acide propionique sur le plan technologique n'acquerront leur pleine signification pour la pratique, que dans la mesure où :

- une répartition homogène de l'additif sera assurée ;
- la masse traitée sera placée en atmosphère confinée ;
- l'ouverture du silo n'entraînera pas de dégradation qualitative rapide du maïs, après disparition de l'acide propionique.

Elles ne préjugent par ailleurs en rien de l'efficacité alimentaire réelle de ces types d'ensilage chez le porc.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement la Société PROGIL pour l'aide financière accordée à la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIQUE

- BARNETT A.J.G., 1951. *Bioch. J.* 49, 527.
- BORGIDA L.P., DELORT-LAVAL J., 1971. *J. Rech. Porc. Fr.*, p. 149.
- CONWAY E.J. 1957. *Microdiffusion analysis and volumetric error*. 4e éd., Crosby Lockwood, London.
- JAMES A.T., MARTIN J.P., 1951. *Bioch. J.*, 50, 679.
- ZELTER S.Z., LEROY F., 1958. *Ann. Zoot.*, 7, 173.

**LISTE DES ORGANISMES AYANT PARTICIPE AUX ESSAIS
SUR LA CONSERVATION DU MAIS PAR L'ACIDE PROPIONIQUE
POUR L'ALIMENTATION DES PORCS**

*I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs
Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Chaire de Phytotechnie
Association Générale des Producteurs de Maïs
Institut Technique des Céréales et des Fourrages
Maison de l'Elevage du Calvados
Maison de l'Elevage de l'Eure et Loir
Maison de l'Elevage du Finistère
C.E.T.A. du Sud de l'Aisne*

*

* *

TABLEAU 1
TECHNIQUE DE CONSERVATION DU MAIS GRAIN HUMIDE

STATION	CONDITION. DU GRAIN	MODE DE CONSERVATION	VARIETE RECOLTEE	TYPE DE SILO	CONTENANCE OU VOLUME	MODE DE PRELEVEMENTS *	
						MISE EN SILO	APRES CONSERVATION
1	non broyé	acide propionique	I.N.R.A. 258	Aire bitumée extérieure	100-45 qx	Sortie vis prop. corn. 500 g. par 1/4 h.	10 prélèvements à la main dans la masse du silo
2	non broyé	acide propionique	I.N.R.A. 258	couloir	350 qx	10 prélèvements à la pelle	Sonde 50 cm au-dessous de la surface
3	non broyé	acide propionique	I.N.R.A. 260	parpaings	3 x 3 x 4 m	Sortie vis mélangeur	Sonde
4	broyé	ensilage naturel	I.N.R.A. 200	fûts à intérieur plastique	0,94 m ³		Prélèvements dans toute la hauteur du silo
5	non broyé	acide propionique	I.N.R.A. 200			6 prélèvements de 2 kg, sortie vis à grain	
6	non broyé	acide propionique	L G 11	Bâche butyl	4 x 1,2 x 1 m	10 prélèvements, sortie vis sans fin	Prélèvements à la main, pro- fondeur de 20 - 30 cm
7	broyé	ensilage naturel	I.N.R.A. 258	Tranchée	4 x 1 x 1 m		Sonde
	non broyé	acide propionique			210 qx	Sonde, en différents points des silos	Sonde
8	broyé	ensilage naturel	I.N.R.A. 260	Tranchée			Sonde
	non broyé	acide propionique					Sonde à céréales 5 prélève- ments.
	broyé	ensilage naturel					5 prélèvement à la pelle.

* A la récolte tous les prélèvements ont été effectués à la sortie de la remorque.

TABLEAU 2
CARACTERISTIQUES DES MAIS A LA MISE EN SILO

STATION	DATE	ACIDE PROPIONIQUE AJOUTE P. 1000	M.S. P. 1000	pH	ACIDE PROPIONIQUE P. 1000 DE MATIERE FRAICHE	ACIDE LACTIQUE P. 1000 DE MATIERE FRAICHE	ACIDE ACETIQUE P. 1000 N TOTAL	N-NH ₃ P. 100 N TOTAL	N SOLUBLE
1	10/70	0	743	6,7	nd.	0,03	0,17	0,8	13,6
		5	725	4,9	6,7	0,04	0,20	0,8	9,3
		15	735	4,6	14,7	0,02	0,13	0,8	9,0
2	11/70	0	650	6,4	nd.	0,10	0,11	0,8	11,9
		15	665	4,5	14,2	0,05	0,24	0,8	11,3
3	11/70	0	643	6,4	nd.	0,08	0,05	1,0	13,5
		15	635	4,3	18,7	0,06	0,15	0,9	9,8
4		échantillons manquants							
5	10/70	0	648	6,5	nd.	0,09	0,07	0,7	13,7
		15	628	4,4	17,6	0,11	0,12	0,7	9,3
6	10/70	0	600	6,3	nd.	0,13	0,06	0,8	14,5
		16	600	4,3	28,9	0,11	0,30	0,7	11,1
7	10/70	0	650	6,5	nd.	0,11	0,06	0,7	15,2
		15	665	4,4	15,0	0,08	0,24	0,6	11,2
8		échantillons manquants							

TABEAU 3
QUALITE DES ENSILAGES NATURELS DE GRAINS BROYES

STATION	DATE	ACIDE PROPIONIQUE AJOUTE P. 1000	M.S. P. 1000	pH	ACIDE PROPIONIQUE P. 1000 DE MATIERE FRAICHE	ACIDE LACTIQUE P. 1000 DE MATIERE FRAICHE	ACIDE ACETIQUE P. 100 N TOTAL	N - NH ₃ P. 100 N TOTAL	N SOLUBLE P. 100 N TOTAL
3	1/71	0	653	4,2	nd.	7,84	1,7	0,70	45,6
6	3/71	0	472	4,5	0,37	6,66	3,1	7,5	39,4
7	6/71	0	660	4,0	0,15	10,74	2,0	3,7	39,8
8	3/71	0	665	4,1	0,03	8,56	0,6	2,5	32,3

TABLEAU 4

QUALITE DES ENSILAGES DE GRAINS ENTIERS
PRESERVES PAR L'ACIDE PROPIONIQUE

STATION	DATE	ACIDE PROPIONIQUE AJOUTE P. 1000	M.S. P. 1000	pH	ACIDE PROPIONIQUE P. 1000 DE MATIERE FRAICHE	ACIDE LACTIQUE P. 1000 DE MATIERE FRAICHE	ACIDE ACETIQUE	N - NH ₃ P. 100 N TOTAL	N SOLUBLE P. 100 N TOTAL
1	12/70	5	733	5,2	4,7	0,09	0,25	1,1	13,3
	"	15	728	4,7	10,8	0,11	0,07	1,1	14,4
	1/71	15	762	4,6	13,9	0,14	0,24	1,2	16,0
2	12/70	15	662	4,4	14,1	0,10	0,12	1,3	17,6
3	1/70	15	645	4,3	14,6	0,14	nd.	1,5	18,7
4	1/71	5	633	4,2	9,0	5,74	0,58	2,0	22,6
	"	10	640	4,6	10,5	0,42	0,24	1,6	19,9
	"	15	625	4,3	17,6	0,20	0,12	1,4	19,5
6	3/71	16	592	4,2	17,5	0,21	nd.	0,7	23,8
7	6/71	15	668	4,4	14,8	0,23	-0,48	0,8	27,3
8	3/71	15	668	4,3	15,7	0,13	nd.	0,6	21,7