

UTILISATION DU MAÏS GRAIN HUMIDE CONSERVÉ A L'ACIDE PROPIONIQUE POUR L'ENGRASSEMENT DES TAURILLONS

Y. GEAY, C. MALTERRE et P. THIVEND*

avec la collaboration technique de Paulette JOURNAIX*,
Bernadette LASSALAS*, Robert JAILLER, G. CUYLLE, P. HÉNAULT**

Laboratoire de la Production de Viande,

** Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
Theix, Saint Genès Champanelle, 63110 Beaumont*

*** Domaine de Bressonvilliers, I. N. R. A.*

RÉSUMÉ

Deux expériences d'engraissement de taurillons ont été effectuées pour étudier l'influence du traitement à l'acide propionique du maïs grain humide sur sa valeur nutritive. Dans chaque cas, le lot expérimental recevant le maïs humide traité puis aplati, a été comparé à un lot témoin recevant le maïs sec broyé et aggloméré. Le grain a représenté 50 p. 100 de la matière sèche de la ration lors de la 1^{re} expérience et 70 p. 100 lors de la seconde, la luzerne déshydratée condensée constituant le reste de la ration.

Soixante taurillons ont été engraisés lors de ces 2 expériences durant respectivement 139 jours pour la 1^{re} et 96 jours pour la seconde. La première expérience a comporté 3 lots d'animaux ; 2 d'entre eux ont reçu une quantité égale de matière sèche de grain, soit sous forme humide, soit sous forme sèche, et le troisième une ration de grain humide à volonté. La seconde expérience a comporté 2 lots recevant soit le maïs sec, soit le maïs humide aplati.

L'acide propionique a permis de conserver le grain humide (68 et 64,5 p. 100 de matière sèche) durant une période de 9 mois, avec une très faible proportion de pertes.

Nous n'avons pas noté au cours de ces 2 expériences une influence significative du traitement sur le gain de poids vif, le poids et la composition des carcasses, mais une légère diminution des quantités ingérées et par suite une légère amélioration de l'efficacité alimentaire (1,8 et 3,3 p. 100) des rations.

Le traitement à l'acide propionique a entraîné une diminution notable de la digestibilité des principaux constituants de la ration. Si la quantité d'acides gras volatils formés au niveau du rumen a été identique, la composition du mélange d'acides gras volatils a été modifiée dans un sens favorable à une meilleure utilisation de l'énergie (augmentation de la quantité d'acide butyrique, diminution de l'acide acétique) lorsque les animaux ont reçu le maïs humide.

Si ces résultats ne mettent pas en évidence des différences significatives, ils traduisent cependant, dans chaque expérience, une légère amélioration de la valeur nutritive du maïs lorsqu'il est conservé humide avec de l'acide propionique.

INTRODUCTION

Lorsque le maïs destiné à l'alimentation animale est récolté sous forme de grains entiers, il est en règle générale stocké après un séchage amenant le taux de matière sèche à 85 p. 100. Ce procédé nécessite un équipement coûteux dont la capacité est limitée et ne permet pas d'absorber rapidement une récolte abondante. En outre, lorsque le grain est en proportion importante dans la ration, il est préférable qu'il soit condensé (broyé et aggloméré) si l'on veut régulariser l'ingestion des animaux et limiter les accidents digestifs consécutifs à la consommation de farine ; cela accroît le coût de l'alimentation.

Des traitements technologiques nombreux et complexes ont été étudiés dans le but d'améliorer la valeur alimentaire du grain sec (HANKE et JORDAN, 1963 ; FONTENOT et HOPKINS, 1965 ; BÉRANGER, THIVEND et JARRIGE, 1972). Mais l'amélioration enregistrée a généralement été faible et insuffisante pour justifier le coût de ces traitements dans les conditions actuelles françaises.

Aussi, les méthodes qui permettent de stocker et d'utiliser directement le maïs humide, peuvent-elles présenter un certain intérêt : elles évitent le séchage et la fabrication de granulés, et permettent dans certaines conditions d'améliorer l'appétibilité et la valeur nutritive du grain humide par rapport au grain sec (BEESON et PERRY, 1958 ; ZOGG *et al.*, 1961 ; MacCAFFREE et MERRILL, 1966 ; MacGINTY et RIGGS, 1967 ; WHITE *et al.*, 1969).

Une de ces méthodes de conservation consiste à pulvériser de l'acide propionique sur le grain récolté humide. Ce procédé a été utilisé avec succès pour conserver l'orge (B. P. CHEMICALS, 1968) ou le maïs destiné à l'alimentation des porcs (JONES, DONEFER et ELLIOT, 1970 ; FÉVRIER, BOURDON et CHAMBOLLE, 1972), des agneaux (THÉRIEZ, LE DU et MOLÉNAT, 1973), des vaches laitières et des génisses (JONES, DONEFER et ELLIOT, 1970), et des bouvillons à l'engrais (FORSYTH, MOWAT et STONE, 1972). Ce procédé apparaissant *a priori* simple et peu onéreux, nous en avons étudié l'application à la conservation du maïs récolté humide destiné à l'alimentation des taurillons. Au cours de 2 expériences successives, nous avons comparé les performances d'engraissement de ces animaux recevant, soit le maïs sec condensé (broyé et aggloméré), soit le maïs humide aplati ; le grain représentant 50 p. 100 de la matière sèche de la ration lors de la 1^{re} expérience et 70 p. 100 lors de la seconde (1).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

*Expérience I**Principe.*

Nous avons comparé, au cours de cette expérience réalisée au C.R.Z.V. de Theix, trois régimes comportant 50 p. 100 de la matière sèche sous forme de luzerne déshydratée condensée et 50 p. 100 sous forme de maïs grain distribué soit sec et condensé pour l'un des régimes, soit humide et aplati

(1) Les résultats de ces expériences ont fait l'objet de comptes rendus dans le Bulletin Technique du C.R.Z.V. de Theix (GEAY et LIÉNARD, 1971 ; MALTERRE et GEAY, 1973). LELONG et MOAL (1973) en ont fait état au cours du Symposium International sur la conservation des grains récoltés humides.

pour les 2 autres. Le régime comportant le maïs sec et l'un des régimes comportant le maïs humide ont été distribués à volonté (« maïs sec » et « maïs humide *ad libitum* »). Le second régime comportant le maïs humide a été distribué en quantité de matière sèche égale à celle consommée par les animaux recevant le régime « maïs sec ».

Traitement du maïs.

Pour réaliser cette expérience, 40 tonnes de maïs grain *INRA 258* récoltées à 68 p. 100 de matière sèche, ont été arrosées d'acide propionique au taux de 1,5 p. 100. L'acide provenait d'un pulvérisateur placé à l'entrée de la vis d'Archimède utilisée pour véhiculer le grain vers le lieu de stockage. Ces 40 tonnes ont été entreposées en vrac, à l'intérieur d'un bâtiment couvert. Une bâche plastique entourait et recouvrait le tas pour protéger le grain de la poussière et faciliter les mesures de température par sondage. Le maïs, ainsi conservé humide, a été aplati entre 2 rouleaux, chaque jour, avant d'être distribué aux animaux. Par ailleurs, 37,5 tonnes du même maïs ont été séchées jusqu'au taux de 85 p. 100 de matière sèche, puis broyées à la grille de 3 mm et agglomérées à la filière de 10 mm.

Au cours de sa conservation, le grain humide a fait l'objet des mesures suivantes : relevé des températures à différents endroits du silo tous les 3 jours, prélèvement d'échantillons représentatifs (au début, au milieu et en fin de conservation) sur lequel on a mesuré les teneurs en matière sèche et en amidon (THIVEND, MERCIER, GUILBOT, 1972).

Animaux et alimentation.

A partir de 21 taurillons de race *Salers* et 21 taurillons croisés *Rouge des Flandres* × *Salers*, 14 blocs de 3 animaux ont été constitués, les animaux de chaque bloc étant aussi semblables que possible, sur la base du poids et de l'âge. Dans chacun des blocs, les animaux ont reçu respectivement l'un des trois régimes précédents ; les 14 taurillons de chaque régime ayant été répartis de la façon suivante : 6 en stabulation libre (3 *Salers* et 3 Croisés) et 8 en stabulation entravée (4 *Salers* et 4 Croisés).

Pour limiter le tri des aliments par les animaux, le maïs et la luzerne ont été mélangés dans l'auge au moment de la distribution. Chaque jour, on a distribué en plus à tous les animaux 100 g de complément minéral que l'on a mélangé au maïs. Tous les animaux ont pu consommer la paille de leur litière.

Mesures.

— Quantités ingérées et croissance.

Chaque semaine, on a mesuré les quantités d'aliments ingérées pendant 6 jours par chaque animal entravé et par les lots d'animaux en stabulation libre. Les animaux ont été pesés pendant 2 jours consécutifs, à la même heure, au moment de la mise en lots, en début de période expérimentale, et avant de partir pour l'abattoir, ainsi que toutes les 4 semaines durant la période expérimentale.

— Utilisation digestive.

Nous avons mesuré la digestibilité des deux rations distribuées à volonté sur deux taurillons maintenus en cage à bilan, pendant 3 périodes successives de 12 jours. Les animaux ont reçu la même proportion de paille que celle consommée par les animaux en lots (10 p. 100). En outre, la digestion de ces deux rations a été étudiée sur 2 génisses munies d'une canule réentrante du duodénum et sur 2 bouvillons munis d'une canule du rumen. Cependant, la proportion de paille ingérée (25 p. 100) a été plus importante que dans la ration des animaux en digestibilité. Pour chaque régime, nous avons mesuré au cours d'une période de 8 heures l'évolution postprandiale de la composition du mélange d'acides gras volatils du jus de rumen. Au niveau du duodénum, nous avons recueilli pendant une période de 12 heures (correspondant à l'intervalle entre les deux repas) la totalité du contenu digestif. Chaque heure, une partie aliquote était prélevée, le reste du contenu étant réintroduit à l'aide d'une pompe. Sur la moyenne de 12 échantillons ainsi obtenus, mélangés et lyophilisés, nous avons déterminé la teneur en matière sèche, matière organique, matières azotées et amidon. Ces mesures ont été répétées 4 fois à des intervalles d'au moins 48 heures pendant 2 semaines consécutives.

— Abattage et composition des carcasses.

Les animaux ont été abattus par bloc de 3 (un animal de chaque lot ayant le même mode de stabulation) lorsque l'état d'engraissement du taurillon du lot 3 a été jugé satisfaisant, en moyenne au bout de 139 ± 30 jours.

A l'abattage, on a mesuré le poids des carcasses, le rendement en carcasse et le poids du « 5^e quartier ». La carcasse de chaque animal a été notée au point de vue de sa conformation et de son état d'engraissement et a fait l'objet d'un certain nombre de mensurations et de pesées après découpe : mesure de la longueur de la carcasse et de la cuisse (distance jarret-symphyse), épaisseur de la cuisse et du faux-filet (VISSAC, 1959), poids du « pan traité » (DUMONT, 1956), ainsi que de l'ensemble épaule + collier.

La composition des carcasses a été estimée à partir de celle de la « 11^e côte », grâce aux relations établies par GEAY et BÉRANGER (1969).

Expérience II

Principe.

Au cours de cette expérience, les animaux ont reçu à volonté une ration à base de maïs grain, distribué soit sous forme sèche et condensée (régime maïs sec), soit sous forme humide, conservé à l'acide propionique et aplati (régime maïs humide). L'ensemble des animaux a reçu en supplément du maïs grain une quantité limitée de luzerne déshydratée compactée (presse à filières de 12 mm de diamètre), de telle sorte que cette dernière représente 30 p. 100 de la matière sèche de la ration. La luzerne était distribuée séparément avant la ration de maïs et l'ajustement était réalisé chaque semaine sur la base des quantités de maïs ingérées la semaine précédente. Cent vingt grammes du complément minéral utilisé lors de la 1^{re} expérience, ont été distribués chaque jour à chaque animal. Tous les taurillons ont pu consommer la paille de leur litière, mais la quantité ingérée n'a pas été estimée.

Dispositif expérimental.

Pour réaliser cette expérience, 16,5 tonnes de maïs grain *INRA 258*, récoltées à une teneur en matière sèche de 64,5 p. 100, ont également été traitées à l'acide propionique au taux de 1,5 p. 100. Ce maïs a été entreposé de la même façon que précédemment. Il n'a cependant pu faire l'objet de contrôles de température ; toutefois, les quantités de grains moisissés ont été mesurées. Par ailleurs, 13,5 tonnes du même maïs ont été séchées jusqu'au taux de 85 p. 100 de matière sèche, broyées et agglomérées. Trente-cinq jours après le traitement du grain humide, 2 lots de 13 taurillons *Frisons Danois*, de poids et d'âge semblables, ont été constitués et placés en stabulation libre. Chaque lot a été réparti en 2 groupes d'animaux, l'un comprenant les 7 plus lourds, l'autre les 6 plus légers. L'ensemble des animaux a été abattu à deux dates différentes : les 14 taurillons lourds après 79 jours d'engraissement et les 12 taurillons légers après 121 jours. Les mesures réalisées à l'abattage ont été les mêmes que dans l'expérience précédente.

RÉSULTATS

Conservation

Au cours de la 1^{re} expérience, la température moyenne interne du tas de maïs humide, après s'être élevée de 5° à 6°C durant les 5 premiers jours, s'est abaissée régulièrement et a suivi l'évolution de la température extérieure. Divers nodules de grains moisissés ayant apparemment échappé au traitement, ont été retirés du tas lors de la distribution du maïs aux animaux. Les grains apparemment sains qui entouraient certains nodules particulièrement volumineux ont été traités à nouveau à l'acide propionique au taux de 0,5 p. 100. Le poids total des pertes a représenté 4 p. 100 de la quantité stockée, proportion beaucoup plus importante que dans le second essai où nous n'avons constaté que 1,2 p. 100 de grains moisissés.

Durant 160 jours, la teneur en matière sèche du grain est restée stable : 68,6 ± 0,8 p. 100, puis elle s'est élevée pour atteindre 72 p. 100, 270 jours après le traitement. En revanche, la teneur en amidon est restée constante tout au long des 270 jours de conservation : 69,9 ± 1,1 p. 100 de la matière sèche. Enfin, le pouvoir germinatif du grain traité a été nul.

État sanitaire des animaux

Durant le 1^{er} essai, deux animaux en stabulation libre, recevant la ration à base de maïs sec, ont météorisé fréquemment. L'un des animaux (de race *Salers*) a dû être abattu, l'autre (*Rouge des Flandres* × *Salers*) a été retiré du lot et mis en stabulation entravée où il a reçu, à volonté, la ration comportant le maïs humide aplati sans présenter de troubles digestifs. Lors du second essai, un animal du régime comportant le maïs humide, malade peu de jours après le début de l'expérience, a dû être éliminé. Dans les 2 essais, les résultats provenant des blocs qui comportaient des animaux malades n'ont pas été utilisés.

Croissance et quantités ingérées (tabl. 1 et 2)

Les gains de poids vif des animaux ont été élevés : respectivement 1 520, 1 505 et 1 587 g/j pour les régimes « maïs sec », « maïs humide limité » et « maïs humide *ad libitum* » du 1^{er} essai ; 1 526 et 1 507 g/j respectivement pour les régimes « maïs sec » et « maïs humide » du 2^e essai (tabl. 1 et 2). Mais aucune différence significative n'est apparue entre les régimes.

Le maïs grain humide conservé à l'acide propionique et distribué à volonté a été consommé en quantités égales (1^{re} expérience) ou légèrement inférieures au maïs sec (3 p. 100, 2^e expérience) (tabl. 1 et 2).

Dans l'ensemble, les quantités de matière sèche ingérées par kg de gain de poids vif ont été très voisines sauf lors du premier essai où les animaux recevant le maïs humide à volonté ont ingéré en moins 3,3 p. 100 de matière sèche par kg de gain.

Signalons enfin qu'indépendamment de la nature de la ration, le gain de poids vif des taurillons Croisés *Rouge des Flandres* × *Salers* a été significativement supérieur ($P < 0,05$) de 24,6 p. 100 à celui des *Salers* (1 705 contre 1 368 g/j). Le gain de poids vif des taurillons *Frison* *Danois*, les plus lourds au départ a été supérieur de 6,8 p. 100 à celui des animaux plus légers (1 558 contre 1 458 g/j), mais la différence n'a pas été significative.

Utilisation digestive

La digestibilité de la ration à base de maïs sec (matière sèche, matière organique, matières azotées et amidon) a été plus élevée que celle de la ration à base de maïs humide (tabl. 3). L'importance de la digestion de la matière sèche, de la matière organique et de l'amidon, dans les réservoirs gastriques, a été identique pour les deux types de régimes (tabl. 3). En conséquence, la digestion intestinale de ces aliments a été plus importante avec le maïs sec qu'avec le maïs humide (11,4 p. 100 de l'amidon digestible ont été dégradés dans l'intestin contre 7,2 p. 100). En revanche, la proportion des matières azotées digérées dans l'intestin (p. 100 des matières azotées digestibles) a été la même quelle que soit la ration (87 p. 100).

L'acidité volatile totale du jus de rumen (valeur moyenne de 6 prélèvements effectués au cours des 8 heures qui suivent le repas) a été peu différente selon le régime (tabl. 4) et les quantités de matière organique digérées dans le rumen ont été également sensiblement les mêmes (1 700 et 1 720 g en 12 heures). Ces résultats indiquent que

TABLEAU I

Poids vif, gains de poids vif et quantités ingérées par les taurillons de l'expérience I

Régimes	Maïs sec condensé			Maïs humide aplati*			Maïs humide à volonté		
	RF × SA (1)	SA (1)	Ensemble animaux	RF × SA (1)	SA (1)	Ensemble animaux	RF × SA (1)	SA (1)	Ensemble animaux
Nombre d'animaux	6	6	12	6	6	12	6	6	12
Poids à la mise en lots (kg) ..	336 ± 19 (2)	320 ± 19	328 ± 19	334 ± 23	324 ± 26	328 ± 26	337 ± 39	323 ± 19	330 ± 29
Age à la mise en lots (j)	307,5 ± 25	305 ± 15	306 ± 19	308 ± 15	312 ± 22	310 ± 19	306 ± 22	313 ± 32	309 ± 26
Poids début expérience (kg) ..	365 ± 19	344 ± 22	354 ± 22	372 ± 18	345 ± 31	359 ± 28	361,5 ± 37	361 ± 16	356 ± 22
Poids fin expérience (kg)	566 ± 22	552 ± 30	559 ± 26	575 ± 23	547 ± 16	561 ± 24	571,5 ± 31	568 ± 28	570 ± 28
Gain moyen (g/j)	1 670 ± 202	1 369 ± 293	1 520 ± 287	1 696 ± 317	1 314 ± 222	1 505 ± 303	1 571 ± 286	1 423 ± 198	1 587 ± 291
Durée expérimentale (j)	123 ± 27	155 ± 26	139 ± 26	123 ± 27	155 ± 26	139 ± 26	123 ± 27	155 ± 26	139 ± 26
Matière sèche ingérée (kg)									
- maïs grain		4,62						4,67	
- luzerne déshydratée		4,63						4,67	
- totale		9,25						9,34	
Matières azotées digestibles (g/j)		925						934	
Kg de MS/kg de gain		6,27						6,06	
Kg de MS/100 kg de poids vif		2,03						2,02	

* Distribué à une même quantité de matière sèche que maïs sec condensé.

(1) RF × SA : Rouge des Flandres × Salers ; SA : Salers.

(2) (+ σ) : Écart-type de la population.

TABEAU 2

Poids vif, gain de poids vif et quantités ingérées par les taurillons de l'expérience 11

Régimes	I. — Mais grain sec condensé			II. — Mais grain humide aplati		
	Lourds	Légers	Ensemble des animaux	Lourds	Légers	Ensemble des animaux
Nombre d'animaux	7	5	12	7	5	12
Poids à la mise en lot (kg)	489 ± 18 (1)	413 ± 38	457 ± 47	489 ± 21	418 ± 40	459 ± 46
Age à la mise en lot (j)	668 ± 24	364 ± 26	425 ± 59	470 ± 20	360 ± 20	424 ± 60
Poids début expérience (kg)	493 ± 21	431 ± 33	467 ± 41	496 ± 23	428 ± 37	468 ± 45
Poids fin expérience (kg)	618 ± 23	606 ± 35	613 ± 30	617 ± 31	606 ± 61	613 ± 44
Durée expérimentale (j)	79,0	121,0	96,5	79,0	121,0	96,5
Gain moyen (g/j)	1 581 ± 317	1 450 ± 146	1 526 ± 259	1 535 ± 171	1 467 ± 218	1 507 ± 186
Quantité de matière sèche ingérée (kg/j) :						
— maïs grain	7,97	6,76	7,28	7,53	6,65	7,03
— luzerne déshydratée	3,29	2,80	3,01	3,46	2,78	2,95
— totale	11,26	9,56	10,29	10,99	9,43	9,98
Quantité de matières azotées digestibles ingérée (g/j)	1 032	876	944	982	866	916
Quantité de matière sèche ingérée :						
— par 100 kg de poids vif	2,02	1,85	1,94	1,92	1,84	1,88
— par kg de gain	7,12	6,59	6,74	6,96	6,43	6,62

(1) (± σ) : l'écart-type de la population.

TABLEAU 3

Utilisation digestive des régimes (p. 100 de l'ingéré)

	Dans l'ensemble du tube digestif (1)				Dans les réservoirs gastriques (1)			
	Matière sèche	Matière organique	Matières azotées	Amidon	Matière sèche	Matière organique	Matières azotées	Amidon
Maïs sec condensé	69,8	71,4	62,8	98,0	57,3	63,4	8,4	86,8
Maïs humide à volonté	65,7	67,5	58,5	94,6	56,9	62,6	7,5	87,7

(1) Ces données ont été obtenues avec des animaux différents.

la quantité journalière totale d'acides gras volatils produits dans le rumen a été très voisine pour les deux régimes. En revanche, les quantités respectives des différents acides gras composant le mélange sont différentes. En effet, le régime à base de maïs humide a donné naissance à une proportion plus élevée d'acide butyrique et plus faible d'acide acétique. Seule, la teneur moyenne en acide propionique a été identique quel que soit le mode de conservation du maïs (tabl. 4).

TABLEAU 4

Composition molaire et concentration (mM-l) du mélange d'acides gras volatils du jus de rumen

Rations	Acidité totale (mM/l)	Matière organique dégradée dans le rumen (g/12 h)	Quantité d'acides (1) gras volatils formés (moles/12 h)	Composition molaire du mélange d'acides gras volatils (p. 100)			
				C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Maïs sec condensé	94,7	1 700	19,0	60,8	29,4	7,4	2,4
Maïs humide à volonté	89,5	1 720	19,3	57,8	29,6	9,9	2,7

(1) D'après LENG (1969).

Les fermentations postprandiales dans le rumen ont été très régulières avec le régime à base de maïs sec (fig. 1 a). En revanche, elles ont évolué de façon très différente lorsque les animaux ont reçu le maïs humide : la teneur en acide propionique a augmenté immédiatement après le repas puis a diminué ensuite régulièrement ;

la teneur en acide butyrique a eu une évolution inverse, l'augmentation observée (fig. 1 a) pouvant être reliée à l'apparition de quantités importantes de sucres solubles dans le jus de rumen (fig. 1 b).

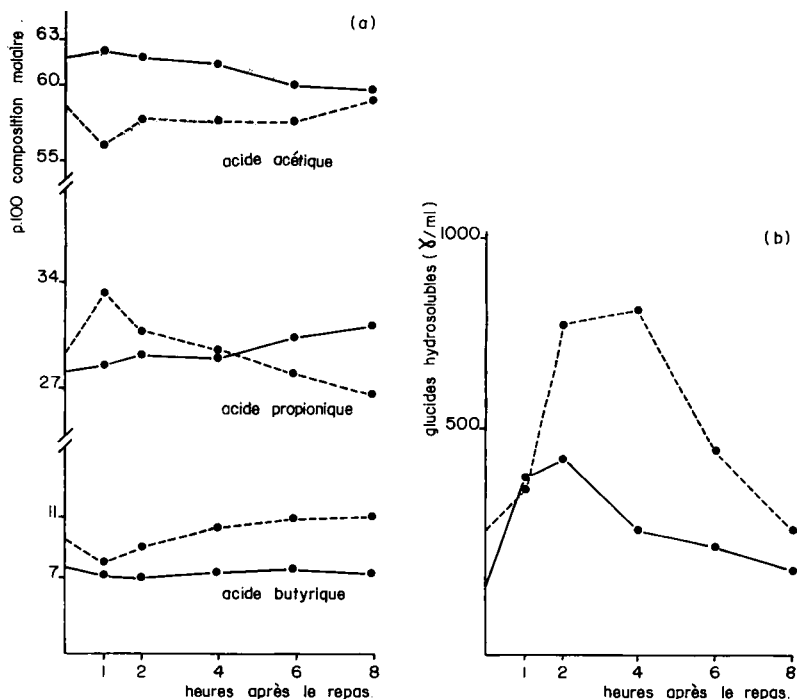


FIG. 1. — Évolution postprandiale de la composition molaire du mélange d'acides gras volatils (a) et de la teneur en sucres solubles (b), dans le jus de rumen, en fonction du régime

● — ● maïs sec
 ● - - - ● maïs humide

Résultats d'abattage

Dans les deux essais, le régime n'a pas eu d'influence significative sur le poids de carcasse, le rendement en carcasse (poids de carcasse chaude rapporté au poids vif vide) et la composition de ces carcasses ainsi que sur la proportion de gras du 5^e quartier dans le corps vide (tabl. 5).

DISCUSSION

Le traitement à l'acide propionique a permis, comme l'avaient observé PEREZ, MICHELENAY et PRESTON (1969) sur le sorgho grain, de conserver le maïs humide durant 9 mois, sans diminution de sa teneur en amidon, avec une proportion de pertes relativement faible lors de la 1^{re} expérience et très faible lors de la seconde.

Le maïs traité a été bien accepté par les animaux, mais il a été ingéré toutefois

TABLEAU 5

Résultats d'abattage

Régimes	Expérience I			Expérience II					
	Maïs sec condensé	Maïs humide limité	Maïs humide à volonté	I. — Maïs sec condensé			II. — Maïs humide aplati		
				Lourds	Légers	Ensemble animaux	Lourds	Légers	Ensemble animaux
Poids vif (PVV)	490 ± 20	498 ± 19	500 ± 24	538 ± 24	529 ± 34	534 ± 28	544 ± 27	528 ± 51	537 ± 38
Poids de carcasse chaude (PCC)	321,5 ± 18,0	323,0 ± 15,0	328,5 ± 18,0	357 ± 17	341 ± 24	344 ± 20	351 ± 19	337 ± 35	345 ± 27
Rendement vrai = $\frac{PCC}{PVV} \times 100$	65,5 ± 4,3	64,8 ± 1,1	65,7 ± 1,0	64,5 ± 0,8	64,6 ± 1,3	64,5 ± 1,0	64,8 ± 1,3	63,8 ± 1,7	64,3 ± 1,5
Carcasse froide	2,38 ± 0,12	2,38 ± 0,09	2,44 ± 0,21	2,62 ± 0,09	2,58 ± 0,14	2,60 ± 0,11	2,61 ± 0,11	2,53 ± 0,20	2,58 ± 0,15
Longueur totale	0,322 ± 0,012	0,323 ± 0,011	0,325 ± 0,010	0,334 ± 0,01	0,342 ± 0,01	0,338 ± 0,012	0,335 ± 0,01	0,334 ± 0,02	0,335 ± 0,01
Épaisseur cuisse	0,145 ± 0,013	0,141 ± 0,007	0,143 ± 0,015	0,140 ± 0,076	0,137 ± 0,017	0,139 ± 0,012	0,146 ± 0,010	0,144 ± 0,012	0,145 ± 0,010
Longueur faux-filet	2,68	2,64	2,95	2,70	3,31	2,95	2,82	3,20	2,98
Gras du 5 ^e quartier									
Poids vif vide	67,3 ± 2,24	68,1 ± 2,1	67,0 ± 2,6	61,8 ± 3,8	63,4 ± 5,2	62,5 ± 4,0	61,5 ± 4,9	63,6 ± 7,4	62,4 ± 3,9
Composition carcasse (p. 100) (1)	13,5 ± 1,9	12,9 ± 2,2	14,0 ± 2,4	17,9 ± 2,5	16,1 ± 3,1	17,1 ± 2,9	17,9 ± 3,9	15,6 ± 1,6	16,8 ± 3,2
— Muscles									
— Gras									

(1) Estimée à partir de la composition de la 11^e côte (GEAY, BÉRANGER, 1969).

en quantités légèrement plus faibles que le maïs sec dans l'expérience n° 2. FORSYTH, MOWAT et STONE (1972) ont observé également que des bouvillons recevant du maïs humide broyé, traité à l'acide propionique, ingéraient 3,2 p. 100 de matière sèche en moins que leurs homologues recevant le maïs sec broyé. Cette légère diminution de l'appétit peut être due à l'apport d'acide propionique alimentaire qui a été relativement important (de 6 à 8,5 p. 100 de la quantité totale formée dans le rumen) et qui est vraisemblablement responsable de l'augmentation de la teneur en acide propionique du jus de rumen, observée une heure après le repas (fig. 1 a). BAUMGARDT (1970) a en effet suggéré que la quantité d'acide propionique absorbée, au niveau du tube digestif, pouvait être un facteur de contrôle de l'appétit du ruminant. DOWDEN et JACOBSON (1960), BAILE et MEYER (1969) ont également montré qu'une élévation du taux d'acide propionique sanguin entraînait, chez le ruminant, une diminution significative de l'ingestion.

Le traitement du maïs grain à l'acide propionique a légèrement amélioré l'efficacité alimentaire de la ration comme le montre la diminution des quantités de matière sèche ingérées par kg de gain. Ces résultats sont en accord avec ceux de FORSYTH, MOWAT et STONE (1972). Cependant, ces auteurs ont en outre constaté une augmentation significative de l'état d'engraissement des carcasses que nous n'avons pas observée dans nos deux expériences. Une amélioration (7 p. 100) de l'efficacité alimentaire, due à une diminution des quantités ingérées pour un même gain de poids vif, a été également constatée par l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages au cours de 4 essais successifs en 1972-73-74 et 75.

Sur le plan énergétique, en estimant les quantités d'énergie métabolisable ingérées par kg de gain (compte tenu de l'énergie métabolisable apportée par l'acide propionique utilisé lors du traitement : 0,5 Mcal), on constate que l'efficacité alimentaire a été améliorée de 7,5 p. 100 pour les animaux recevant le maïs humide à volonté. Cette amélioration peut s'expliquer par l'orientation des fermentations du rumen favorable à une meilleure utilisation de l'énergie (augmentation de la production d'acide butyrique, diminution de la production d'acide acétique) que nous avons constatée chez les animaux recevant le maïs humide.

Mais l'effet bénéfique éventuel sur l'engraissement des animaux a pu être contrebalancé par une diminution de la production de glucose puisque la digestion intestinale de l'amidon a été moins importante chez les animaux recevant le maïs humide.

La diminution de digestibilité des matières azotées de la ration de maïs humide n'a eu aucune incidence sur le gain de poids vif des animaux, puisque les quantités de matières azotées digestibles ont été très supérieures aux recommandations proposées pour les taurillons par BÉRANGER et FAUCONNEAU (1970) et SCHULTZ, OSLAGE et DAENICKE (1974).

En conclusion, la conservation du maïs grain humide à l'acide propionique est une technique qui apparaît simple et efficace. L'acide propionique diminue peu l'acceptabilité du grain et entraîne parfois une légère amélioration de l'efficacité alimentaire, sans modifier la composition des carcasses. Dans ces conditions, seul le coût du traitement, par rapport au coût du séchage, peut décider de l'opportunité d'utiliser cette céréale traitée dans l'alimentation du ruminant.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à l'aide de la Société Progil à qui nous exprimons nos remerciements. Nous tenons également à remercier la Station de Recherches sur la Physiologie de la Reproduction qui nous a permis de réaliser la 2^e expérience dans son domaine de Bressonvilliers, et tout particulièrement J. PELOT responsable de ce domaine.

SUMMARY

HIGH MOISTURE MAIZE TREATED WITH PROPIONIC ACID FOR FATTENING YOUNG BULLS

Two fattening trials were carried out on young bulls to study the effect of processing moist maize with propionic acid on its nutritive value. In each case, the experimental group receiving treated and rolled moist maize was compared with a control group receiving dry, ground and pelleted maize. The maize represented 50 p. 100 of the dietary dry matter during experiment 1 and 70 p. 100 during experiment 2, the remainder of the diet being composed of dry, ground and pelleted lucerne.

Sixty young bulls were fattened during these 2 experiments lasting 138 and 96 days, respectively. The first experiment included 3 groups of animals ; 2 of these groups received equal amounts of either moist or dry maize *ad libitum*. The second experiment included 2 groups receiving either dry maize or moist, rolled maize.

Propionic acid allowed to preserve the moist maize (68 and 64.5 p. 100 dry matter) for a period of 9 months with only very small losses.

During these two experiments, we did not notice any significant influence of the treatment on live weight gain, weight and carcass composition, but a slight decrease in feed intake and consequently a slight improvement of feed efficiency (1.8 and 3.3 p. 100).

The treatment with propionic acid brought about a substantial decrease in the digestibility of the main components of the diet. The amount of volatile fatty acids developed in the rumen was identical, whereas the composition of the volatile fatty acid mixture was favourably changed, leading to a better energy utilization (increase of butyric acid and decrease of acetic acid) when the animals were fed moist maize.

Although these results do not show any significant differences, they indicate however in each experiment a slight improvement in the nutritive value of moist maize when preserved with propionic acid.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAILE C. A., MAYER J., 1969. Depression of feed intake of goats by metabolites injected during meals. *Am. J. Physiol.*, **27**, 1830-1836.
- BAUMGARDT B. R., 1970. Voluntary feed intake by ruminants : models and practical applications. *Cornell Nutr. Conf.*, 85-92.
- BEESON W. M., PERRY T. W., 1958. The comparative feeding value of high moisture corn and low moisture corn with different feed additives for fattening beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **17**, 368-373.
- BÉRANGER C., FAUCONNEAU G., 1970. Besoins azotés des jeunes bovins. In « *La production de viande par les jeunes bovins* ». Éditions S.E.I.-C.N.R.A. Versailles. Étude n° 46, 195-196.
- BÉRANGER C., THIVEND P., JARRIGE R., 1972. Influence des traitements mécaniques et hydrothermiques sur la valeur nutritive du maïs pour les jeunes bovins à l'engrais. *Ann. Zootech.*, **21**, 175-190.
- B. P. Chemicals, 1968. Feeding trials. Popcorn treated moist barley 1965-68, 9 p.
- DAVIS C. L., 1967. Acetate production in the rumen of the cows fed either control or low fiber high grain diets. *J. Dairy Sci.*, **50**, 1621-1625.
- DOWDEN D. R., JACOBSON R., 1960. Inhibition of appetite in dairy cows by certain intermediate metabolites. *Nature*, **188**, 148-149.
- DUMONT B. L., 1956. La découpe du pan traité. *F.E.Z. Commission bovine*, Madrid.

- FÉVRIER C., BOURDON D., CHAMBOLLE M., 1972. Valeur alimentaire du maïs humide conservé par l'acide propionique pour la Truie et le Porcelet, et du maïs ensilé pour le Porc en croissance-finition. *Journées Recherche Porcine en France*, 143-147, I.N.R.A.-I.T.P., éd.
- FONTENOT J.-P., HOPKINS H. A., 1965. Effect of physical form of different parts of lamb fattening rations on feedlot performance and digestibility. *J. Anim. Sci.*, **24**, 62-68.
- FORSYTH J. G., MOWAT D. N., STONE J. B., 1972. Feeding value for beef and dairy cattle of high moisture corn preserved with propionic acid. *Can. J. Anim. Sci.*, **52**, 73-79.
- GEAY Y., BÉRANGER C., 1969. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocostal au niveau de la 11^e côte. *Ann. Zootech.*, **18**, 65-77.
- HANKE H. E., JORDAN R. M., 1963. Comparison of lambs feed shelled corn and whole or pelleted barley of different bushel weights. *J. Anim. Sci.*, **22**, 1097-1099.
- I.T.C.F.-I.N.A., 1972. *Vaux-sur-Aure n° 20*. Utilisation du maïs grain pour la production de jeunes bovins.
- I.T.C.F.-I.N.A., 1973. *Vaux-sur-Aure n° 30*. Utilisation du maïs grain pour la production de jeunes bovins.
- I.T.C.F., 1974. *Boigneville n° 50*. Utilisation du maïs sous différentes formes pour la production de jeunes bovins.
- I.T.C.F.-I.N.A., 1975. *Vaux-sur-Aure n° 34*. Utilisation du maïs grain pour la production de jeunes bovins.
- JONES G. M., DONEFER E., ELLIOT J. I., 1970. Feeding value for dairy cattle and pigs of high moisture corn preserved with propionic acid. *Can. J. Anim. Sci.*, **50**, 483-489.
- LELONG C., MOAL J., 1973. Utilisation du maïs humide traité à l'acide propionique par les bovins et les porcs. *Ann. Technol. Agric.*, **22**, 641-646.
- MACCAFFREE J. D., MERRILL W. G., 1966. The feeding value of high moisture corn for dairy cows. *Cornell Nutr. Conf.*, 77-85.
- MACGINTY D. D., RIGGS J. K., 1967. Moist sorghum grains for finishing cattle. *J. Anim. Sci.*, **26**, 925 (abstr.).
- PÉREZ R., MICHELENAJ, PRESTON T. R., 1969. Relative value for broilers of sorghum grain with high moisture content ensiled or preserved with propionic acid. *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, **3**, 185-188.
- SCHULTZ E., OSLAGE H. J., DAENICKE R., 1974. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körpersubstanz sowie den Stoff- und Energieansatz bei wachsenden Mastbullen. *Fortschr. Tierphysiol. Tierernähr.*, **4**.
- THÉRIEZ M., LE DU J., MOLÉNAT G., 1973. Comparaison de quatre méthodes de conservation du maïs grain. Influence sur la valeur alimentaire pour l'engraissement de l'agneau. *Ann. Zootech.*, **22**, 443-440.
- THIVEND P., MERCIER Ch., GUILBOT A., 1972. Determination of starch with glucoamylase. In *Methods of Carbohydrate Chemistry*, **6**, 79-82. WHISTLER and B. MILLER ed. Acad. Press., London.
- VISSAC B., 1959. Rapport sur des recherches françaises intéressant le testage des taureaux sur les aptitudes à la production de viande de leurs descendants. *C. R. des Journées d'Études de la F.F.Z.*, n° 700/59, Belgrade.
- WHITE D., RENBARGE R., NEWSON J., NEUHAUS V., TOTUSEK R., 1969. High moisture and dry methods of processing sorghum grain. *J. Anim. Sci.*, **29**, 175 (abstr.).
- ZOGG C. A., BROWN R. E., HARSHBARGER K. E., KENDALL K. A., 1961. Nutritive value of high moisture corn when fed with various silages to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **44**, 483-490.