

A 7706

## VALEUR ENERGETIQUE POUR LE PORC EN CROISSANCE ET UTILISATION PAR LE PORCELET DU MAIS WAXY RICHE EN AMYLOPECTINE

*J.M. PEREZ et A. AUMAITRE \**

*I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs - 78350 Jouy-en-Josas*

Le grain de maïs renferme en moyenne 70 p. cent d'amidon. Cet amidon est constitué essentiellement d'amylose (chaînes linéaires d'unités de glucose) et d'amylopectine (chaînes ramifiées) dans les proportions respectives de 27 et 73 p. cent pour le maïs à grain normal. Plusieurs gènes contrôlent la composition de l'amidon; un seul, le gène "waxy" ou "cireux", favorise la synthèse d'amylopectine. Le maïs de type waxy est homozygote pour ce gène récessif; le grain présente un phénotype opaque et mat, et son amidon pratiquement dépourvu d'amylose demeure rouge en présence d'iode. Cette richesse en amylopectine confère à l'amidon du maïs waxy des propriétés technologiques particulières (viscosité, rigidité...) intéressant l'industrie. La production de ce type de maïs peut être développée sans difficulté (BEAR, 1973) car le gène waxy peut être "introduit" dans de nombreuses variétés.

Sur le plan nutritionnel la forme waxy paraît plus efficace pour les bovins (BRAMAN et al., 1973) et pour le poulet (ITCF 1976). Les résultats relatifs à l'espèce porcine sont très rares depuis les premiers travaux de HANSON (1946). Si COHEN et TANKSLEY (1973) ont estimé la valeur énergétique du sorgho de type waxy, aucune donnée analogue n'existe dans la bibliographie concernant le maïs. Devant l'absence de références sur ce sujet nous avons entrepris de mesurer sur le porc en croissance les valeurs énergétiques de deux maïs isogéniques sauf pour le gène waxy. Par ailleurs connaissant la sensibilité du jeune porcelet à la "qualité" de l'amidon, nous avons voulu comparer l'efficacité respective du maïs waxy et de maïs normaux dans les régimes de sevrage précoce (3 semaines) ou fonctionnel (5 semaines).

### CARACTERISTIQUES DES MAIS UTILISES (tableau 1).

Dans l'expérience A nous avons utilisé deux types de maïs appartenant à la même variété FUNK'S G 4384 et isogéniques sauf pour le gène "waxy". Ces hybrides demi-tardifs ont été cultivés dans les Pyrénées-Atlantiques: les panicules du type normal ont été mises sous sachet avant l'anthèse; la parcelle isolée était ceinturée par un semis de FUNK'S G 4384 waxy pour éviter tout apport de pollen normal. Ils ont été récoltés en épis le 6 décembre 1974 et l'égrenage, après séchage en épis à basse température (40°C), a été réalisé un mois après la récolte. L'essai de digestibilité sur porc s'est déroulé après 6 mois de conservation des céréales (Juin 1975).

Outre les matières premières précédentes, nous avons utilisé, dans l'expérience B, comme deuxième maïs témoin, un mélange de deux variétés précoces cultivées dans les Yvelines, à dominante LG 11 maïs renfermant également du FUNK'S G 245. Récolté à la moissonneuse en octobre 1974 ce maïs-grain a été séché en deux passages à l'aide d'un séchoir SCOLARI. L'essai B sur porcelets sevrés à 3 semaines a été réalisé à partir d'octobre 1975 c'est-à-dire avec des maïs ayant subi en moyenne une année de conservation.

Dans l'expérience C nous avons comparé un maïs LG 11 de type normal avec un maïs cireux de la même variété. Le maïs LG 11 de type waxy a été cultivé dans une parcelle de 45 ares parfaitement isolée. Ces maïs ont été récoltés dans les Yvelines en octobre 1975 et séchés à basse température à l'aide d'un séchoir progressif SCOLARI. L'essai C sur porcelets sevrés à 5 semaines a débuté en mars 1976.

Les principales caractéristiques analytiques des différents maïs utilisés figurent au tableau 1.

\* Avec la collaboration technique de Jany PEINIAU, Michèle SEREZAT, M. BONNEAU, G. CONSEIL, J.P. HAUTDUCOEUR, A. LAPANOUSE, R. LEVREL et P. VAISSADE.

**TABEAU 1**  
**COMPOSITION CHIMIQUES DES MAIS**

VARIETE . . . . .	EXPERIENCES A et B		EXPERIENCE B	EXPERIENCE C	
	FUNK'S G 4384	FUNK'S G 4384	MELANGE (LG 11)	LG 11	LG 11
TYPE . . . . .	Normal	Waxy	Normal	Normal	Waxy
Matière sèche p. 100	89,2	91,1	88,8	89,2	89,4
<b>COMPOSITION p. 100 MATIERE SECHE</b>					
- Matière organique . . . . .	98,3	98,5	98,5	98,5	98,5
- Matières azotées (N x 6,25) . . . . .	10,4	10,2	10,4	10,3	10,5
- Cellulose brute . . . . .	3,2	3,0	2,2	2,0	2,0
- Energie brute, Kcal/kg MS . . . . .	4425	4406	4482	4515	4516
<b>Acides aminés indispensables (g/16 gN) (1)</b>					
Lysine . . . . .	2,95	2,95			
Histidine . . . . .	2,65	2,75			
Arginine . . . . .	4,75	5,05			
Thréonine . . . . .	3,35	3,7			
Valine . . . . .	4,65	5,0			
Isoleucine . . . . .	3,5	3,75			
Leucine . . . . .	11,15	12,45			
Tyrosine . . . . .	4,0	4,5			
Phénylalanine . . . . .	4,4	4,85			
Cystine . . . . .	2,25	2,4			
Méthionine . . . . .	2,1	2,15			
<b>Amidon (p. 100 MS) (2) . . . . .</b>				73,2	67,7
- Amylopectine (p. 100 amidon) . . . . .				78,8	98,2
- Amylose (p. 100 amidon) . . . . .				21,2	1,7

(1) Dosages effectués par chromatographie sur colonne par Mme Janine JUNG, INRA - Laboratoire de Physiologie de la Nutrition.  
(2) Déterminations réalisées par Mme TOLLIER (INRA-CERDIA Massy) en utilisant la méthode EWERS pour l'amidon et la méthode ampérométrique à l'iode de BEMILLER pour l'amylose.

#### ETUDE DE DIGESTIBILITE CHEZ LE PORC EN CROISSANCE (Expérience A) :

##### • Matériel et Méthodes :

Après une période d'adaptation à la vie en cage individuelle, dix porcs mâles castrés, de race Large-White, d'un poids moyen initial de 62,6 kg sont répartis en deux lots suivant la méthode des couples d'après l'âge et le poids.

Les deux lots (1 et 2) reçoivent des régimes renfermant 96,8 p. 100 de maïs respectivement de type "normal" ou de type "waxy" (dont la composition figure au tableau 1), et 3,2 p. 100 d'un mélange minéral (1) et vitaminique (2). Les régimes constitués exclusivement de céréales sont rééquilibrés à l'aide d'un supplément d'acides aminés libres comprenant en p. cent de l'aliment : 0,53 p. 100 de L. lysine HCl (à 77 % de produit pur), 0,15 p. 100 de thréonine, 0,05 p. 100 de DL-méthionine et de L-tryptophane.

Après une période de pré-collecte de 7 jours, on procède durant 10 jours consécutifs à la collecte des excréta (féces et urine) suivant une méthodologie décrite antérieurement (HENRY et RERAT, 1966). Au cours de cette période les animaux sont soumis à une alimentation égalisée (1,9 kg) à raison de 3 repas humides par jour.

(1) Composition en p. 100 : phosphate bicalcique 47, CaCO<sub>3</sub> 37, NaCl 15, CO<sub>3</sub>Zn 0,4 ; SO<sub>4</sub>Fe (7H<sub>2</sub>O) 0,2 ; SO<sub>4</sub>Mn (H<sub>2</sub>O) 0,3 ; SO<sub>4</sub>Cu (5H<sub>2</sub>O) 0,1, IK 0,001.

(2) J.M. PEREZ et B. DESMOULIN, 1975.

## ● Résultats :

Pour un même niveau d'ingestion de matière sèche (1720 g), le niveau de performances obtenu au cours de la période d'observation (10 jours) a été satisfaisant pour des animaux placés en cage à bilan et comparable dans chacun des lots :  $592 \pm 65$  (1) g et  $570 \pm 50$  g de gain moyen journalier pour les lots 1 et 2 (différence non significative).

Les coefficients d'utilisation digestive apparente (CUD) de la matière sèche, de la matière organique et de l'énergie des régimes à base de maïs normal ou de maïs waxy sont respectivement : 89,6-91,4-89,2 (lot 1) et 90,1-91,7-89,7 (lot 2). Les valeurs en énergie digestible correspondantes sont de  $3807 \pm 13$  et  $3857 \pm 27$  Kcal par kg de matière sèche. Les céréales constituant la seule source de matière organique des régimes (méthode directe) nous avons déduit, à partir des teneurs en énergie rapportée à la matière organique des régimes, les caractéristiques nutritionnelles des **céréales pures** qui figurent au tableau 2. La comparaison de ces données fait apparaître pour le maïs waxy une valeur supérieure ( $P < 0,10$ ) en énergie digestible :  $3980 \pm 28$  (1) contre  $3914 \pm 13$  Kcal par kg de matière sèche. On observe dans le même sens une nette amélioration de l'utilisation digestive (CUD) de l'énergie avec le type waxy :  $90,34 \pm 0,64$  au lieu de  $88,47 \pm 0,30$  (différence significative au seuil  $P < 0,05$ ). De la même façon les valeurs en énergie métabolisable apparente (EMa) ou corrigée (EMn) sont plus élevées ( $P < 0,10$ ) pour le maïs cireux ( $3887$  et  $3839 \pm 27$  Kcal par kg MS) que pour le maïs normal ( $3832$  et  $3787 \pm 13$  Kcal par kg MS). Cependant l'énergie excrétée dans l'urine a tendance à être plus élevée dans le lot "waxy" de sorte que l'énergie métabolisable (EMn) représente une proportion moins importante de l'énergie digestible (ED) : 96,56 contre 96,73 p. cent ( $P < 0,05$ ). Par ailleurs le contenu énergétique de l'urine (exprimé en Kcal/g d'azote) ne varie pas significativement d'un lot à l'autre (16,2 et 17,4 pour les régimes 1 et 2).

TABLEAU 2

VALEUR ENERGETIQUE ET AZOTEE DES MAIS (1)

5 mâles castrés par lot  
Durée de la période de collecte : 10 jours  
Poids moyen initial : 65,3 kg ; Final : 70,6 kg.

	MAIS NORMAL	MAIS WAXY	SIGNIFICATION STATISTIQUE (2)	
			S $\bar{x}$ (CV)	TEST F
<b>Utilisation des matières azotées (3)</b>				
CUD <sub>a</sub> N . . . . .	85,6	86,3	0,78 (2,0)	N.S.
N Retenu (g/j) . . . . .	14,2	15,2	0,38 (5,7)	0,10
C.R.N. . . . .	62,8	64,2	1,87 (6,5)	N.S.
<b>Utilisation de l'énergie</b>				
CUD <sub>a</sub> matière organique . . . . .	91,4	91,7	0,43 (1,0)	N.S.
CUD <sub>a</sub> énergie . . . . .	88,4	90,3	0,50 (1,2)	*
<b>Valeur énergétique (Kcal/Kg MS) (4)</b>				
Energie brute (EB) . . . . .	4425	4406		
Energie digestible (ED) . . . . .	$3914 \pm 13$	$3980 \pm 28$	22,3 (1,2)	0,10
Energie métabolisable (EMa) . . . . .	$3832 \pm 13$	$3887 \pm 27$	21,7 (1,2)	0,10
Energie métabolisable corrigée (EMn) . . . . .	$3787 \pm 13$	$3839 \pm 27$	21,4 (1,2)	0,10

(1) Maïs FUNK'S G 4384 isogéniques.

(2) S $\bar{x}$  écart type de la moyenne - Entre parenthèses coefficient de variation - Seuils de signification : \* ( $P < 0,05$ )  
- 0,10 ( $P < 0,10$ ) - N.S. effet non significatif.

(3) CUD<sub>a</sub> (coefficient d'utilisation digestive apparent) = élément absorbé x 100/élément ingéré.  
C.R.N. (coefficient de rétention azotée) = N retenu x 100/N absorbé.

(4) EMa = Energie métabolisable apparente - EMn = Energie métabolisable corrigée pour un bilan azoté nul (en appliquant le coefficient de 5,42 par g de N. fixé selon VAN ES 1974).

(1) Ecart-type de la moyenne (5 animaux).

Pour ce qui est de l'utilisation des matières azotées, on note une légère amélioration de l'azote retenu (g/j) dans le lot "waxy" ( $15,24 \pm 0,41$  au lieu de  $14,21 \pm 0,30$ ) bien que les coefficients d'utilisation digestive, de rétention et d'utilisation pratique de l'azote ne soient pas significativement différents.

#### UTILISATION DU MAIS WAXY PAR LE PORCELET SEVRE A 3 SEMAINES (Expérience B) :

##### ● Modalités expérimentales :

Douze portées de porcelets de race Large-White ont été sevrées à l'âge de trois semaines et on a prélevé dans chacune 3 couples équipondéraux. Chaque couple est affecté au hasard à l'un des 3 traitements expérimentaux (tableau 3). Les porcelets d'une même portée sont placés deux par deux dès le sevrage à un poids moyen de 5,6 kg, dans trois cases contiguës. Ils y sont maintenus jusqu'à l'âge de 9 semaines, et on mesure les performances zootechniques (gain de poids individuel, consommation d'aliment par couple, efficacité alimentaire) ainsi que l'utilisation digestive des principaux éléments de la ration à l'aide de la méthode indirecte de marquage des aliments à l'oxyde de chrome. Des échantillons fécaux sont prélevés pendant 6 jours consécutifs au cours de 3 périodes : entre le 23 et le 30ème jour, 35 et 42ème, 56 et 63ème jour d'âge.

L'apport protéique est identique pour les trois régimes qui sont isoazotés (22,5 % MAT). Les aliments granulés (2,5 mm) sont distribués à volonté.

##### ● Résultats (tableau 3) :

Aucune différence significative (même au seuil de 10 %) n'apparaît entre traitement pour les critères zootechniques selon le type (Normal ou waxy) ou la nature du maïs introduit dans la ration. Sur l'ensemble de la période d'étude (3 à 9 semaines) l'utilisation digestive (CUD) de la matière sèche, de la matière organique ou de l'azote ne dépend pas du régime expérimental. Il est est de même au cours des différentes périodes (r-ésultats non rapportés ici) et les interactions période x régime ne sont pas significatives. Les valeurs obtenues pour le CUD des matières azotées peuvent paraître faibles mais elles correspondent à la moyenne de 3 collectes étalées dans le temps et ne reflètent donc pas les variations entre périodes : CUD N = 69,3 (23-30ème j.), 71,3 (35-42 j.) et 77.7 (56-63 j.) - (effet période hautement significatif). Par ailleurs, on a observé une grande hétérogénéité des performances entre répétitions et l'état diarrhéique des porcelets a été comparable entre chaque lot.

**TABEAU 3**  
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET DIGESTIBILITE DES RATIONS  
(3 à 9 semaines d'âge)

LOT	1 NORMAL	2 WAXY	3 TEMOIN	SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)	
				S $\bar{x}$	TEST F
<b>Composition régime (p. 100)</b>					
Maïs FUNK'S G 4384, Normal . . . . .	60,7				
Maïs FUNK'S G 4384, Waxy . . . . .		60,7			
Maïs commercial (LG11) normal . . . . .			60,7		
Mélange commun (2) . . . . .	39,3	39,3	39,3		
<b>Gain moyen, g/j . . . . .</b>					
Aliment ingéré, g/j . . . . .	366	353	379	15	N.S.
Indice de consommation . . . . .	581	588	607	23	N.S.
	1,59	1,66	1,60	0,03	N.S.
<b>Utilisation digestive des aliments (p. 100) (3)</b>					
Matière sèche . . . . .	80,2	78,7	79,0	1,4	N.S.
Matière organique . . . . .	82,2	81,2	80,8	1,4	N.S.
Matières azotées . . . . .	73,6	73,5	71,1	2,0	N.S.

(1) S $\bar{x}$  écart type de la moyenne  
NS effet non significatif.

(2) en p. cent de l'aliment : Tourteau de soja 18, Poudre de lait écrémé 10, farine de poisson Norvège 7, Minéraux et Vitamines 4, Oxyde de chrome 0,3, antibiotiques 50 ppm.

(3) Moyenne de 3 périodes de collecte de 6 jours (23 à 30 j., 35 à 42 j., 56 à 63 j.).

## UTILISATION DU MAIS WAXY PAR LE PORCELET SEVRE A 5 SEMAINES (Expérience C) :

### ● Modalités expérimentales :

128 porcelets de race Large-White sevrés à 35 jours à un poids moyen de 9,5 kg sont répartis en 2 lots homogènes (poids - âge - portée - sexe) suivant un schéma en blocs complets. Les deux lots correspondent aux régimes suivants :

- Régime 1 : à base de maïs LG 11 normal
- Régime 2 : à base de maïs LG 11 Waxy

Ces deux régimes renferment en outre un complément protéique identique et sont isoazotés (20,2 et 20,3 p. 100 MAT respectivement à l'analyse). Au sein de chaque lot les animaux reçoivent en 3 repas un aliment unique (granulés de 2,5 mm) pendant toute la période d'observation (de 5 à 9 semaines d'âge). On a mesuré chaque semaine le gain de poids individuel et la quantité d'aliments consommée par case (6 ou 10 porcelets affectés simultanément au même traitement).

### ● Résultats (tableau 4) :

Sur l'ensemble de la période d'étude, les résultats de croissance sont en faveur du lot "waxy" : 470 au lieu de 434 g par jour, soit une augmentation significative de + 8 % . L'introduction dans le régime du maïs cireux en remplacement du maïs normal se traduit également par une amélioration sensible de l'efficacité alimentaire. Les écarts entre lots ne sont pas davantage marqués au cours des premières semaines, et on a enregistré très peu de diarrhées quel que soit le lot.

**TABLEAU 4**  
COMPOSITION DES REGIMES ET PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES  
(5 à 9 semaines d'âge)

LOT	1 NORMAL	2 WAXY	SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)	
			S $\bar{x}$	TEST F
<b>Composition régime (p. 100)</b>				
Maïs LG11 Normal . . . . .	69	—		
Maïs LG11 Waxy . . . . .	—	69		
Mélange commun (2) . . . . .	31	31		
<b>Performances zootechniques</b>				
Gain moyen, g/j . . . . .	434	470	10	P < 0,05
Aliment ingéré, g/j . . . . .	795	823	24	N.S.
Indice de consommation . . . . .	1.84	1.76	0.03	P < 0,10

(1) S $\bar{x}$  écart-type de la moyenne  
Seuils de signification à 5 % (P < 0,05), à 10 % (P < 0,10)  
NS effet non significatif.

(2) Complément identique pour les deux lots et contenant en p. 100 de l'aliment : T. soja 19, lait écrémé 5, farine de poisson Norvège 3, minéraux - vitamines - antibiotiques 4.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Nos résultats obtenus en cage à bilan (essai A) traduisent une meilleure utilisation de l'énergie du maïs à amidon cireux pour le porc en croissance ; les critères de l'utilisation de l'azote légèrement favorables pour ce maïs sont très voisins de ceux observés avec le maïs à grain normal (seul l'azote retenu est plus élevé mais à la limite de la signification statistique au seuil de 10 % ). SACHTLEBEN et al. (1975) ne trouvent pas en revanche de variation de l'énergie digestible entre ces deux types de maïs (présentés sous forme humide), mais ils ne précisent ni les valeurs obtenues, ni la méthodologie employée (méthode indirecte avec marqueur ?). Ces mêmes auteurs mettent en évidence un écart de 8 points entre les coefficients d'utilisation digestive (CUD) de l'azote au

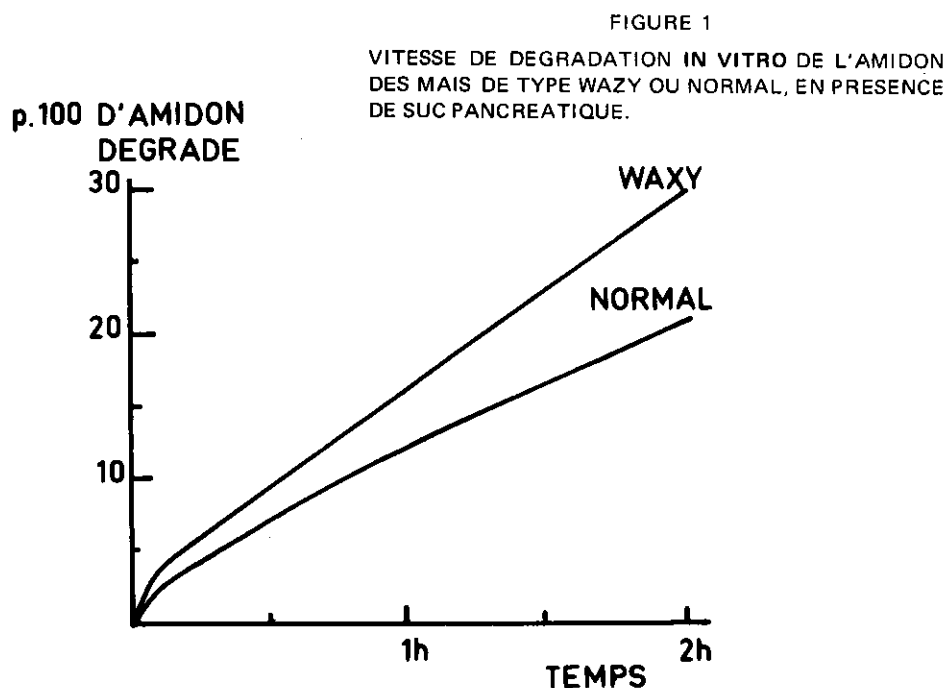
bénéfice du maïs waxy, mais le CUD des matières azotées de l'aliment témoin (73,6 p. 100) paraît très faible chez le porc en croissance pour ce type de régime.

Nos résultats de digestibilité en faveur du maïs waxy sont à rapprocher des observations d'autres auteurs à la suite d'expériences en lots (HANSON, 1946 ; MITCHELL, 1975) qui indiquent un effet positif mais limité de l'introduction du maïs waxy dans les rations du porc en croissance.

Par ailleurs les valeurs énergétiques du maïs à grain normal, mesurées dans notre essai, confirment les valeurs obtenues dans les mêmes conditions (méthode directe) par HENRY (1968) soit respectivement  $3914 \pm 13$  et  $3965 \pm 24$  Kcal d'énergie digestible,  $3832 \pm 13$  et  $3835 \pm 24$  Kcal d'énergie métabolisable apparente par Kg de matière sèche.

En ce qui concerne l'utilisation des différents types de maïs par le porcelet, la substitution de la forme "waxy" à la forme "normale" ne s'accompagne pas des mêmes effets suivant les expériences. Ainsi les performances zootechniques et l'utilisation digestive des régimes sont sensiblement identiques pour les porcelets sevrés à 21 jours (essai B) alors qu'une réponse nette se dégage au profit du type waxy dans l'essai C. Il faut souligner à cet égard la bonne homogénéité des performances observée dans l'expérience C, qui conjuguée à un effectif important par lot (64 porcelets) a permis d'extérioriser des différences. Il se peut, à l'inverse que la variabilité très grande de réponse dans l'essai B où l'effectif d'animaux était en outre plus réduit (24 porcelets par traitement) ait masqué les phénomènes. Il ne semble pas que l'âge des porcelets au sevrage joue un rôle, car les écarts entre les performances ne sont pas davantage accentués au cours des premières semaines dans l'essai C. Une autre explication pourrait résider dans la nature même des maïs utilisés : variété, pureté, degré d'isogénie. Les données bibliographiques disponibles sont trop peu nombreuses pour tirer une conclusion définitive : JENSEN et al. (1973) notent une amélioration de l'efficacité alimentaire avec le maïs waxy (entre 5 et 12 semaines d'âge), alors que ROBBINS et al. (1976) observent un effet nul avec un régime à 18 % de protéines et négatif avec un régime hypoazoté (16 % MAT). Cependant des résultats de digestibilité *in vitro* obtenus avec les deux maïs utilisés dans l'expérience C (fig. 1) indiquent que la vitesse de dégradation de l'amidon par l'amylase pancréatique de porcelet est plus élevée pour le maïs waxy (40 % d'amidon dégradé en plus au bout de 2 heures) ce qui peut laisser supposer une meilleure disponibilité de l'énergie pour ce type de maïs. GALLANT et al. (1973) ont également observé, en microscopie électronique à balayage, une altération plus rapide du grain d'amidon circulaire en présence de suc pancréatique, confirmant ainsi les données de l'amylolyse *in vitro*.

En conclusion, il ressort de ces différents essais que la modification de la structure physico-chimique de l'amidon du grain de maïs semble avoir une incidence sur sa valeur alimentaire. Le maïs de type waxy paraît à cet égard meilleur que le maïs à grain normal, mais les différences de valeur nutritive demeurent limitées.



## REMERCIEMENTS

A l'I.T.C.F. pour la fourniture des lots de maïs FUNK'S G 4384 et à M. POLLACSEK (I.N.R.A. — Station d'amélioration des plantes - Clermont-Ferrand) qui a mis à notre disposition des semences de maïs LG II Waxy.

## BIBLIOGRAPHIE

- BEAR P., 1973. In "Corn quality in world markets" Congr. Univ. Illinois. L.D. HILL éd. p. 101.
- BRAMAN W.L., HATFIELD E.E., OWENS F.N., RINCKER J.D., 1973. J. Anim. Sci. 37 (4), 1010-1017.
- COHEN R.S., TANKSLEY T.D., 1973. J. Anim. Sci. 37 (4), 931-935.
- GALLANT D., DERRIEN A., AUMAITRE A., GUILBOT A., 1973. Stärke 25 (2), 56-64.
- HANSON L.E. 1946. J. Anim. Sci. 5, 36-41.
- HENRY Y., 1968. Ann. Zootech. 17 (2), 183-197.
- HENRY Y., RERAT A., 1966. Ann. Zootech. 15, 281-251.
- ITCF, AGPM. 1976 - Compte-rendu d'essai Poulet n° 22
- JENSEN A.H., BAKER D.H., LYNCH P.B., HARMON B.G., 1973. Illinois Pork Industry Day. 7 p.
- MITCHELL J., 1975. Communication personnelle.
- PEREZ J.M., DESMOULIN B. 1975 - Journées Rech. Porcine en France, 81-92, I.N.R.A. - I.T.P. éd. Paris.
- ROBBINS L., LIBAL G.W., WAHLSTROM R.C., 1976. J. Anim. Sci. 42, 1353 (Abstr.).
- SACHTLEBEN S.S., MILLER E.R., HENDERSON H.E., 1975. J. Anim. Sci. 41 (1), 328 (Abstr.).
- VAN ES A.J.H., 1974 Internat. Energy Management Conférence N.R.A. Luxembourg.