

VI. — QUALITÉ DU MAÏS DESTINÉ A L'AMIDONNERIE

L. SAINT-LÈBE

*Service de Radioagronomie, Département de Biologie,
Centre d'Études nucléaires de Cadarache, 13 - Saint-Paul-lès-Durance*

RÉSUMÉ

Les analyses commerciales ne révèlent pas dans tous les cas la dépréciation réelle de la qualité du maïs destiné à l'amidonnerie, alors que l'étude du rendement en amidon et de la rhéologie des empois permettent de suivre l'évolution de la valeur amidonnière du grain. Le séchage industriel avec de l'air à 80°C est sans effet sur le rendement en amidon et modifie peu les caractéristiques rhéologiques. Par contre, le grain est profondément dégradé et l'amidon altéré lorsque la température atteint 140°C : le maïs obtenu dans ces conditions constitue une matière première de mauvaise qualité pour l'amidonnerie.

INTRODUCTION

Le maïs est devenu, depuis quelques années, une matière première industrielle importante : en 1968-69, les amidonneries françaises ont traité 500 000 tonnes de cette céréale, soit l'équivalent de 12 à 15 p. 100 de la collecte nationale, selon une étude de l'Association pour la Promotion Industrie-Agriculture (A. P. R. I. A., 1968). Les critères de qualité retenus dans l'industrie amidonnière sont différents de ceux qui sont appliqués par les organismes chargés d'assurer le stockage et la vente des céréales. Il s'agit surtout de la quantité d'amidon extractible industriellement et de sa viscosité à l'empesage.

Cette étude a pour but de rechercher les corrélations existant entre les deux critères de qualité précédents, les analyses commerciales, et les nombreux tests physiques et biochimiques appliqués sur les échantillons représentatifs de traitements effectués à une échelle semi-industrielle (LASSERAN, I).

Des travaux similaires entrepris sur des maïs séchés à différentes températures, mais au laboratoire, ont montré que les grains ainsi obtenus constituaient pour les industriels une matière première de qualité médiocre (GAUSMAN *et al.*, 1952, Mc

MASTERS *et al.*, 1954; MC MASTERS *et al.*, 1959; WATSON et HIRATA, 1962); la démarche la plus exhaustive étant celle de WAHL (WAHL, 1966, *a* et *b*) qui examine à la fois l'influence de la température de l'air et du rythme du séchage en fonction de l'humidité initiale et finale du grain.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Il n'y a aucune relation entre la quantité d'amidon déterminée à partir de dosages physiques ou chimiques et celle qui est extraite dans l'industrie. Afin de définir cette dernière valeur, une méthode qui est l'adaptation à l'échelle du laboratoire du processus industriel a été mise au point (SAINT-LÈBE *et al.*, 1965); elle permet à partir d'un échantillon de 200 g de maïs de définir un taux d'extraction comparable à celui que l'on obtient en amidonnerie : 64 à 70 p. 100 \pm 0,4.

L'étude rhéologique a été réalisée à l'aide d'un viscosographe BRABENDER. Une suspension de 22 g d'amidon sec dans 450 ml d'eau est chauffée régulièrement de 1,4°C par minute jusqu'à 96°C, maintenue à cette température pendant 30 minutes puis refroidie selon le même rythme.

Les analyses ont été effectuées sur des grains précédemment triés et exempts de brisures.

RÉSULTATS

I. — Rendement en amidon

Les conclusions que l'on peut déduire des résultats obtenus (tabl. 1) sont les suivantes :

— Le témoin récolte (TR) n'est pas significativement différent des témoins de traitement (stade I : TTR, TTE, TTF). Le séchage des grains avec de l'air ambiant ou très peu chauffé est donc sans influence, comparé au même séchage appliqué aux épis récoltés manuellement. Par contre, il n'est pas possible de conclure quant à l'incidence du mode de récolte, manuel ou mécanique, puisque les grains cassés ont été éliminés avant analyse.

— Le préstockage du maïs humide (Stade II) avec ventilation d'air refroidi (échantillons F₀) a un effet dépressif significatif (2,6 p. 100 en valeur relative); il en est de même pour un échauffement naturel en cellule (échantillons E₀), mais dans ce cas la diminution de rendement est environ deux fois plus importante.

— Le séchage à une température de 80°C (Stade III) soit immédiatement après la récolte (R₈₀) soit après les traitements d'attente (E₈₀, F₈₀) est sans effet significatif, la diminution de rendement pour ces deux derniers échantillons restant du même ordre que celles constatées au stade II. Ce résultat est à souligner car les essais effectués sur des maïs séchés dans les mêmes conditions mais au laboratoire ont fait apparaître une diminution de rendement voisine de 5 p. 100.

— Le séchage à une température de 140°C (Stade III) provoque une baisse de rendement générale et importante : 16,6 p. 100 pour R₁₄₀, 19,8 p. 100 pour E₁₄₀ et 10 p. 100 pour F₁₄₀. Toutefois l'effet dépressif du seul séchage est plus grand s'il intervient dès la récolte (R₁₄₀, stade III) que s'il est réalisé après les traitements de préstockage (E₁₄₀, F₁₄₀, stade III). Ceci peut s'expliquer par le fait que les humidités initiales du maïs et le rythme du séchage étaient différents dans les trois cas ou par des modifications de l'état physiologique des grains au cours du préstockage.

TABLEAU I
Rendements nets en amidon ⁽¹⁾ (p. cent de la substance sèche)

Stade I			Stade II				Stade III			
Échantillons	Rendement net	Moyenne	Échantillons	Rendement net	Moyennes	% baisse rendement/stade I	Échantillons	Rendement net	% baisse rendement/stade I	% baisse rendement/stade II
TR (Témoïn récolte)	67,8									
TTR TTR	67,2 67,5	67,55					R ₈₀ R ₁₄₀	68,0 56,3	0 16,6	
TTE	67,7		E ₀	63,5	63,45	6,1	E ₈₀	64,4	4,8	0
TTE	67,9		E ₀	63,4			E ₁₄₀	54,2	19,8	14,6
TTF			F ₀	65,8	65,8	2,6	F ₈₀	65,25	3,4	0
TTF	67,2		F ₀	65,8			F ₁₄₀	60,75	10,1	8,5

⁽¹⁾ Le rendement net représente la quantité d'amidon pur et sec extrait de 100 g de maïs sec. La précision des résultats étant de l'ordre de $\pm 0,4$, l'ensemble des données du stade I (après récolte) est homogène ; la moyenne de 67,55 p. 100 servira de base pour le calcul des baisses de rendement aux stades II et III.

En résumé, le séchage industriel du maïs à une température de 80°C ne modifie pas le rendement en amidon du moins dans les conditions de l'essai, par contre, l'utilisation d'air à 140°C a pour conséquence un effet dépressif plus important imputable à la dénaturation des protéines de l'endosperme et à l'éclatement des grains d'amidon (SAINT-LÈBE, 1969).

D'après les analyses commerciales (SCOTT, II) seuls les maïs TR et R₈₀ sont « sains, loyaux et marchands » (qualité type) ; sur le plan de la valeur amidonnière il en est de même, mais la classification commerciale ne peut donner un gradient de qualité comme l'étude du taux d'extraction. Par ailleurs, il existe une corrélation entre la solubilité des protéines dans l'alcool (GODON, V) des échantillons séchés à 80 et 140°C dès la récolte et leur rendement en amidon (tabl. 2). Ce point devra être approfondi, car la détermination de cette caractéristique chimique est beaucoup plus rapide, que celle du rendement en amidon.

2. — Étude rhéologique

Les principaux résultats sont mentionnés dans le tableau 3. On peut en déduire les conclusions suivantes :

— Les deux types de préstockage, « E » et « F », ne modifient guère les caractéristiques rhéologiques des échantillons E₀ et F₀ (Stade II) par rapport à celles des témoins du stade I, si ce n'est par une baisse de l'ordre de 10 p. 100 de la viscosité à 25°C.

TABLEAU 2

Solubilité des protéines dans l'alcool et rendement en amidon
(p. cent de la substance sèche)

	Témoin récolte	Stade III	
		R 80	R 140
Solubilité des protéines dans l'alcool	24,4	22,3	11,0
Rendement en amidon . . .	67,8	68,0	56,3

— Le séchage avec de l'air à une température de 80°C (Stade III) est sans effet sur la température de début de consistance des empois, mais diminue de l'ordre de 20 p. 100 la viscosité à 96°C et à 25°C, qu'il y ait eu préstockage (E₈₀ et F₈₀) ou non (R₈₀). Cette diminution est équivalente à celle enregistrée après une irradiation gamma à la dose de 150 krad du maïs à 38 p. 100 d'humidité, ou à celle mise en évidence après l'irradiation d'amidon industriel à la dose de 300 krad.

— Le séchage avec de l'air à une température de 140°C (Stade III) induit des modifications beaucoup plus importantes, diminution de la viscosité à 96°C et 25°C de l'ordre de 50 p. 100 et augmentation de 2 à 4°C de la température de début de consistance des empois. Comme pour le taux d'extraction d'amidon, l'effet du séchage est plus important lorsqu'il intervient dès la récolte (R₁₄₀) que lorsqu'il intervient après une phase de préstockage (E₁₄₀, F₁₄₀).

TABLEAU 3
Étude rhéologique des empois d'amidon

Échantillons	Stade I			Stade II			Stade III				
	TDC (1)	η 96°C (2)	η 25°C (3)	Échantillons	TDC (1)	η 96°C (2)	η 25°C (3)	Échantillons	TDC (1)	η 96°C (2)	η 25°C (3)
TR (Témoin récolte)	86	420	930								
TTR	86	400	950					R ₉₀ R ₁₄₀	85 89	330 170	800 500
TTE	85	420	980	E ₀	86	420	860	E ₉₀ E ₁₄₀	85 87,5	360 220	820 580
TTF	85	440	990	F ₀	85	420	810	F ₉₀ F ₁₄₀	85 87	300 200	790 560

(1) TDC représente la température de début de consistance des empois exprimée en degrés centigrades.

(2) η 96°C, la viscosité maximum enregistrée pendant trente minutes à cette température après un chauffage progressif de 1,5°C/mn.

(3) η 25°C, la viscosité obtenue après un refroidissement selon le même rythme jusqu'à 25°C.

La formation d'un empois à partir d'amidon extrait de maïs séché avec de l'air chaud paraît d'autant plus difficile que la température de séchage est plus élevée, tout se passant comme si la pénétration de l'eau et l'affinité de l'eau étaient moins bonnes. Il en est de même au cours d'un traitement hydrothermique de l'amidon (SCHIERBAUM, 1966) dont le mode d'action est comparable à celui du séchage du maïs avec de l'air chaud.

CONCLUSION

Les analyses commerciales ne semblent pas être suffisamment sensibles pour apprécier les variations de qualité du maïs destiné à l'amidonnerie (traitement « E » et « F »). Néanmoins, le séchage industriel avec de l'air à 80°C, pratiqué immédiatement après récolte (R₈₀), permet d'obtenir dans les conditions de l'expérience un maïs d'une part « sain, loyal et marchand », d'autre part, de bonne qualité pour l'amidonnerie. Par contre, le grain est profondément altéré et l'amidon dégradé lorsque la température atteint 140°C ; le maïs obtenu dans ces conditions constitue une matière première de mauvaise qualité pour l'amidonnerie. Toutefois, avant de porter un jugement définitif il faudra entreprendre une étude complète sur l'influence respective de la température de l'air et du rythme du séchage en fonction de la variété, de la maturité, de l'humidité initiale et finale du grain.

SUMMARY

VI. — QUALITY OF KERNELS FOR THE STARCH INDUSTRY

The quality of processing for the starch industry has been measured by the technological yield in starch estimated in a pilot factory and by the measurement of starch rheology.

In the different samples, maize air dried at 80°C has the same starch yield as the control air-dried corn, the rheological characteristics have shown no marked variations. On the other hand, the kernels dried at 140°C are considerably damaged, especially with regard to the starch fraction. It may be considered that this kind of grain is a poor raw material for the starch industry.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASSOCIATION POUR LA PROMOTION INDUSTRIE-AGRICULTURE (A. P. R. I. A., Paris), 1968. *Le maïs et ses industries*. Apria éd. Paris, 215 p.
- GAUSMAN H. W., RAMSER J. H., DUNGAN G. H., EARLE F. R., MAC MASTERS M. M., HALL H. H. et BAIRD P. D., 1952. Some effects of artificial drying of corn grain. *Plant Physiol.*, **27**, 794-802.
- MAC MASTERS M. M., EARLE F. R., HALL H. H., RAMSER J. H. et DUNGAN G. H., 1954. Studies on the effect of drying conditions upon the composition and suitability for wet milling of artificially dried corn. *Cereal Chem.*, **31**, 451-461.
- MAC MASTERS M. M., FIWKNER M. D., HOLZAPFEL M. M., RAMSER J. H. et DUNGAN G. H., 1959. A study of the effect of drying conditions on the suitability for starch production of corn artificially dried after shelling. *Cereal Chem.*, **36**, 247-260.
- SAINT-LÈBE L., 1969. Effets de l'irradiation λ sur quelques caractéristiques technologiques du maïs d'amidonnerie. *Die Stärke*, **21**, 8-13.
- SAINT-LÈBE L., JOSSOUD M., ANDRÉ C., 1965. Extraction de l'amidon de maïs. *Die Stärke*, **17**, 341-346.

- SCHIERBAUM F., 1966. Zur Veränderlichkeit der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Kartoffelstärke. *Die Stärke*, **18**, 110-115.
- WAHL G., 1966. a) Maistrocknung und Nassmüllerei. 1. Mitteilung : Untersuchung der Verarbeitungsfähigkeit von künstlich getrocknetem Mais. *Die Stärke*, **18**, 11-19.
- WAHL G., 1966. b) Maistrocknung und Nassmüllerei. 2. Mitteilung : Über die Kolloid-Chemischen Eigenschaften der aus künstlich getrocknetem Mais gewonnenen Stärke. *Die Stärke*, **18**, 383-390.
- WATSON S. A., HIRATA Y., 1962. Some wet-milling properties of artificially dried corn. *Cereal Chem.*, **39**, 35-44.
-