Résultats d'un cycle de sélection sur la précocité de floraison après un traitement mutagène chez le maïs

Maurice DERIEUX & André CORNU (*)

I.N.R.A., Laboratoire de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Estrées-Mons, F 80200 Péronne

() I.N.R.A., Laboratoire de Génétique et de Mutagenèse, BV 1540, F 21034 Dijon Cedex*

RÉSUMÉ

Une synthétique précoce à base génétique large (franco-canadienne de Mons) a subi un traitement mutagène (MSE) par trempage des semences suivi d'un cycle de sélection sur S1 pour la précocité de floraison. La population « améliorée » après mutagenèse a été comparée à une population témoin ayant subi la même sélection. La population issue du traitement est à peine plus précoce en valeur propre mais plus précoce en hybride avec l'un des 2 testeurs utilisés. Elle est toujours un peu moins productive en hybride (environ 2,5 q/ha). Le choix du matériel génétique et de la méthode utilisée est discuté.

Mots clés additionnels : Zea mays.

SUMMARY

Use of mutagenesis for improvement of early silking maize.

An early synthetic maize (Mons Franco-Canadian synthetic) with a broad genetic base was treated (EMS) by seed immersion followed by one cycle of selection for early silking. The « improved » population after mutagenesis was compared with the standard population after the same breeding manipulations without mutagenesis. The treated population per se was hardly earlier (0.3 day), but was earlier when hybridized with one of the two single cross testers used. The yield of hybrids from the treated population was always slightly lower (by about 0.25 t/ha).

Additional key words : Zea mays.

I. INTRODUCTION

Les agents mutagènes ont souvent été utilisés pour augmenter la variabilité génétique de populations de plantes cultivées, mais peu d'exemples de réussite ont été publiés, de plus ils concernent souvent des critères de qualité du grain (teneur en protéines) (KAAN *et al.* (1980) sur maïs, KATAOKA (1974) sur riz). Plus récemment, différents travaux ont donné des résultats intéressants en ce qui concerne les interactions nucléocytoplasmiques (CORNU *et al.*, 1981). GARDNER (1969) a publié les résultats d'une expérience portant sur 10 cycles de sélection des plantes phénotypiquement les plus productives, en comparant à une population témoin une population ayant reçu, à 2 générations (0 et 2), une irradiation par neutrons thermiques. Les progrès de rendement réalisés sur les 2 populations sont les mêmes ; il y a corrélativement la même perte de précocité, mais il semble que la variance additive

pour la prolificité et le rendement en grain soit plus forte après 10 cycles sur la « population traitée » permettant d'espérer une meilleure efficacité ultérieure de la sélection.

Le but de ce travail est d'étudier les possibilités pratiques d'augmenter la variabilité génétique d'une population de maïs en utilisant comme agent mutagène le méthyl sulfonate d'éthyle (M.S.E.). Nous avons choisi le critère « précocité de floraison », d'abord parce qu'il est simple et facilement observable, ensuite parce que c'est un caractère qu'on peut assez facilement modifier par traitement mutagène : on en connaît des exemples nombreux chez les céréales (TOUVIN, 1973 ; voir aussi la revue récente sur ces problèmes de GOTTSCHALK & WOLFF, 1983). Chez le maïs, en dehors de tout traitement mutagène, POL-LACSEK & CAENEN (1980) ont observé, chez la lignée F7, un mutant précoce chez lequel un seul gène récessif provoque un gain de précocité de 8 j à la floraison.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

La population utilisée est une synthétique à base large constituée du meilleur matériel canadien et du meilleur matériel français précoces disponibles dans les années 1970 (synthétique franco-canadienne de Mons). Cette population associe donc les maïs à grain corné et les maïs à grain denté.

Le traitement mutagène, choisi après un essai préalable pour obtenir un taux correct de mutations, est un trempage des semences pendant 16 h à 25 °C dans une solution aqueuse à 2,5 p. 100 de M.S.E.

Les mêmes opérations, avec des effectifs comparables, sont faites sur la population ayant subi le traitement et sur la population témoin, selon le schéma suivant :

— 1977 : Cycle C0 traitement des plantes.

500 plantes issues du traitement (M1) et un nombre équivalent de plantes non traitées (T1) sont cultivées en isolement, castrées et fécondées par la population d'origine.

— 1978 : Semis de chaque épi récolté sur une ligne de 20 plantes (2 × 500). Autofécondation des 4 plantes les plus précoces.

— 1979 : Semis des (2 × 2 000 épis), tri des lignes les plus précoces (environ 2 × 120 lignes).

— 1980 : Intercroisement manuel entre les lignes retenues : 2 épis par ligne fécondés par un mélange de pollen de l'ensemble des lignes fleuries (1 plante par ligne).

— 1981 : Cycle C1, mise sur testeurs : F244 × F252 et F2 × F192 pris comme parents mâles.

F244 × F252 est un hybride simple représentatif du groupe denté d'origine américaine.

F2 × F192 est un hybride simple représentatif du groupe corné d'origine européenne.

— 1982 : Etude de la population C1 :

• Valeur propre sur 20 épis issus des intercroisements tirés au hasard (1).

• Valeur hybride sur les 2 testeurs de la population C1 en mélange (1 grain par épi) (2) et à partir des 20 épis choisis précédemment (1).

Compte-tenu des pertes au cours des productions de semences et des essais, les effectifs réels sont les suivants :

	Population traitée	Population témoin
Valeur propre (1)	19	19
Valeur hybride × (F244.F252) (1)	19	19
(2)	1	1
Valeur hybride × (F2.F192) (1)	12	20
(2)	1	1

Les essais de valeur hybride ont été effectués en 1982 en 2 lieux : Mons et La Minière selon un dispositif bloc à 3 répétitions de 2 lignes de 5 m. La densité de peuplement est de 8 plantes/m². Les caractères observés sur les 2 lieux sont le rendement en grains et la teneur en matière sèche du grain. A Mons seulement (semis du 23 avril), on a observé sur 1 répétition la vigueur au départ, la date de floraison femelle, le pourcentage de plantes versées en végétation et de tiges pourries à la récolte, quelques caractéristiques concernant la surface foliaire (moyenne de 10 plan-

tes) : rythme d'apparition des feuilles (nombre de feuilles le 29 juin pour les hybrides, le 24 juin pour la valeur propre), nombre total de feuilles, nombre de feuilles au-dessus de l'épi, surface de la feuille de l'épi (L × l × 0,75).

Les observations de valeur propre ont été faites à Mons sur une moyenne de 10 plantes par ligne (semis le 27 avril dans une autre parcelle).

III. RÉSULTATS

A. Précocité de floraison

C'est sur ce critère qu'a porté la sélection.

Les résultats du tableau 1 mettent en évidence un très léger effet positif du traitement sur la valeur propre (non significatif), cet effet est assez net avec le testeur le plus tardif (amélioration de 1 jour en moyenne), par contre il est nul sur l'autre testeur.

B. Caractéristiques agronomiques

Ces caractères n'ont pas fait l'objet de sélection.

1. Rendement

La population « traitée » a un rendement plus faible que le témoin (tabl. 2), mais cela n'apparaît pas sur l'échantillonnage moyen de la population.

TABLEAU 1
*Précocité de floraison femelle (en jours après le semis).
Earliness of silking (days after sowing).*

	Population traitée		Population témoin	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Valeur propre	79,8	1,9	80,1	1,07
Valeur hybride				
(1) × (F2.F192)	83,6	0,4	83,7	0,3
(2) × (F2.F192)	82,0	1,5	82,0	1,2
(1) × (F244.F252)	85,4	0,15	86,4	0,3
(2) × (F244.F252)	85,0	0,7	88,0	1,2

TABLEAU 2
*Rendement en quintaux/ha.
Yields (decitonne/ha).*

	Population traitée		Population témoin		PPDS
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
(1) × (F2.F192)	68,7	5,5	71,2	4,2	1,6
(2) × (F2.F192)	70,4		70,7		5,4
(1) × (F244.F252)	69,4	5,8	71,7	5,0	1,3
(2) × (F244.F252)	74,0		73,8		5,7

TABLEAU 3

Teneur en matière sèche du grain à la récolte.
% dry matter in grain at harvest.

	Population traitée		Population témoin	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
(1) × (F2.F192)	66,2	1,2	65,9	0,6
(2) × (F2.F192)	66,0		65,7	
(1) × (F244.F252)	66,2	1,1	66,0	0,6
(2) × (F244.F252)	66,3		66,2	

2. Teneur en matière sèche du grain à la récolte

La précocité à la récolte, comme la précocité de floraison, est toujours meilleure chez les hybrides obtenus avec la population traitée, mais les écarts sont très faibles et non significatifs (de 0,1 à 0,3 points d'humidité) (tabl. 3). La liaison avec la précocité de floraison est bonne pour le testeur F2 × F192 ($r = -0,43^{**}$), très faible pour le testeur F244 × F252 ($r = -0,17$).

3. Autres caractères

Aucune différence n'est constatée pour les caractères : vigueur au départ et sensibilité au charbon. En ce qui concerne la verse, aucune différence significative n'existe, mais les hybrides issus du croisement des épis de la population traitée par le testeur F2 × F192 ont tendance à moins verser en végétation (7,8 p. 100 au lieu de 11,8 p. 100) (liaison avec le rendement ?) et plus par pourriture des tiges (9,2 p. 100 au lieu de 4,7 p. 100).

C. Caractères morphologiques

Aucun effet significatif du traitement n'est constaté sur le rythme d'apparition des feuilles, le nombre total de feuilles, le nombre de feuilles au-dessus de l'épi, la surface de la feuille de l'épi (tabl. 4).

De façon générale, pour tous les caractères, la variabilité génétique exprimée par les écarts-types

associés aux moyennes, est plus grande dans la population ayant subi le traitement.

D. Relation entre valeur propre et valeur en croisement, relation entre la valeur en croisement sur les 2 testeurs

Pour 32 épis issus d'intercroisement et constituant les populations à comparer (traité et témoin) nous avons la valeur propre et la valeur en croisement par les 2 testeurs. Le tableau 5 donne les relations entre ces valeurs pour les différents caractères. Les coefficients de corrélation sont généralement élevés, sauf pour la précocité de floraison et la surface de la feuille de l'épi, qui sont pourtant des caractères dont le déterminisme génétique est réputé additif.

TABLEAU 5

Corrélations entre valeur propre et valeur hybride et valeur hybride sur 2 testeurs.

Correlations between hybrid and per se value, and between hybrid value with 2 testers.

	Corrélations entre testeurs	Corrélations entre valeur propre et valeur hybride	
		Testeur F2 × F192	Testeur F244 × F252
Rendement	0,49**		
Précocité de floraison	0,20	0,32 (*)	0,33 (*)
Teneur en matière sèche du grain	0,70***		
Verse en végétation	0,64***		
Nombre de feuilles fin juin	0,59***	0,66***	0,43*
Nombre total de feuilles	0,74***	0,82***	0,76***
Nombre de feuilles au-dessus de l'épi	0,73***	0,72***	0,68***
Surface de la feuille de l'épi	0,33 (*)	0,40*	0,29

*, **, *** : significatif au seuil 0,05 ; 0,01 ; 0,001.
 0,05, 0,01, 0,001 signification.
 Degrés de liberté ; Degrees of freedom : 31.

TABLEAU 4

Caractères morphologiques.
Morphological characters.

	Nombre de feuilles fin juin		Nombre total de feuilles		Nombre de feuilles au-dessus de l'épi		Surface de la feuille de l'épi	
	Après traitement	Témoin	Après traitement	Témoin	Après traitement	Témoin	Après traitement	Témoin
Valeur hybride (1)								
× (F2.F192)	12,1 (0,11) ⁽¹⁾	12,4 (0,06)	13,7 (0,17)	13,9 (0,09)	4,32 (0,09)	4,29 (0,06)	597 (8,3)	616 (9,1)
(2)	12,4 (0,43)	12,1 (0,28)	14,0 (0,66)	13,6 (0,43)	4,60 (0,34)	4,30 (0,28)	667 (33,2)	613 (40,9)
(1) × (F244.F252)	12,8 (0,10)	12,7 (0,05)	14,7 (0,14)	14,7 (0,10)	4,59 (0,06)	4,59 (0,06)	567 (5,2)	566 (7,2)
(2)	12,6 (0,47)	12,5 (0,23)	15,1 (0,61)	15,1 (0,47)	4,75 (0,24)	4,80 (0,25)	572 (22,9)	582 (32,1)
(1) Valeur propre ⁽²⁾	11,3 (0,80) ⁽³⁾	11,6 (0,54) ⁽³⁾	13,9 (1,01)	13,5 (0,88)	4,16 (0,51)	4,28 (0,51)	462 (60,2)	511 (48,8)

(¹) (Ecart-type) - (standard deviation) ; (²) Parcelle différente - other plot ; (³) Observation du 24/6 - Observation of 24th June.

IV. DISCUSSION

L'effet du traitement mutagène suivi d'une sélection pour la précocité de floraison améliore légèrement la précocité de floraison sur l'un des testeurs mais diminue un peu le rendement. Cette différence de précocité n'est pas confirmée sur les caractères très liés à la précocité (nombre de feuilles) puisque, pour tous les autres caractères, les écarts observés sont faibles et non significatifs. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que le matériel génétique utilisé disposait d'une variabilité génétique suffisamment large pour que la probabilité de modification importante dans la structure génétique de la population soit faible.

Toutefois les possibilités de variation de la précocité étaient assez limitées puisqu'on avait choisi au départ un matériel déjà très précoce testé dans les conditions très limitantes de Mons. Il serait intéressant de tester l'efficacité de ce type de traitement sur des populations plus tardives.

Enfin, une grande partie de la variabilité induite par le traitement mutagène est éliminée, d'abord par les autofécondations suivies d'une sélection sévère (élimination des mutations récessives), ensuite par les intercroisements entre lignes. Les tests effectués (valeur propre et valeur hybride) ne prennent en compte, par conséquent, que la variabilité obtenue au niveau des gènes dominants, épistatiques ou additifs.

Reçu le 14 juin 1984.
Accepté le 7 janvier 1985.

REMERCIEMENTS

Nous remercions André GALLAIS pour sa participation à la mise en œuvre de ce travail et Valérie FONTANA qui a réalisé son mémoire de fin d'études (B.T.S.) sur ce sujet (FONTANA, 1983).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Cornu A., Vuillaume E., Bodergat A.**, 1981. Intérêt des variants cytoplasmiques en amélioration des plantes. Application à la recherche de maïs résistants aux toxines spécifiques de la stérilité mâle cytoplasmique Texas. In « *Induced mutations, a tool in plant breeding* », AIEA, Vienne, 267-275.
- Fontana V.**, 1983. *Amélioration de la précocité dans les populations de départ par mutagenèse*. Mémoire B.T.S., Institut Agricole de Sandar Limonest, 45 p.
- Gardner C. O.**, 1969. Genetic variation in irradiated and control populations of corn after ten cycles of mass selection for high grain yield. In « *Induced mutations in plants* ». Proc. of a symposium, Pullmann, 14-18/7/69. Ed. by I.A.E.A., Vienne 1969, 469-477.
- Gottschalk W., Wolff G.**, 1983. Induced mutations in plant breeding. In « *Monographs on Theoretical and Applied Genetics* », n° 7. Springer Verlag, Berlin.

- Kaan F., Boyat A., Marie R., Panouille A.**, 1980. Broadening the genetic basis of maize for grain protein content by use of local European populations and mutagenesis, 185-197. In W. G. POLLMER & R. H. PHIPPS : « *Improvement of quality traits of maize for grain and silage use* », Martinus Nijhoff publishers.
- Kataoka K.**, 1974. Induction of high protein mutants in rice with ethylene imine treatment. *Gamma field symposia*, n° 13, 49-57.
- Pollacsek M., Caenen M.**, 1980. Mutation for earliness. *Maize Genetics Cooperation News Letter*, 54, 21-22.
- Touvin H.**, 1973. Disjonction ou non disjonction en F2 suivant le sens du croisement entre un mutant de blé et sa lignée d'origine. *Ann. Amélior. Plantes*, 23 (3), 209-220.