Etudes des teneurs en protéines et des valeurs agronomiques de descendance de croisement maïs x téosinte

Yves Barrière, Yves Montalant, Armand Boyat

► To cite this version:

Yves Barrière, Yves Montalant, Armand Boyat. Etudes des teneurs en protéines et des valeurs agronomiques de descendance de croisement maïs x téosinte. *Agronomie*, 1984, 4 (5), pp.417-422. hal-00884654

HAL Id: hal-00884654

<https://hal.science/hal-00884654>

Submitted on 1 Jan 1984

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etudes des teneurs en protéines et des valeurs agronomiques de descendances de croisement maïs × téosinte

Yves BARRIÈRE, Yves MONTALANT (*) & Armand BOYAT (**)

I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes fourragères, F 86600 Lusignan

(*) I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes, Estrées-Mons, F 80200 Péronne

(**) I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes, F 34060 Montpellier

RÉSUMÉ

Deux synthétiques précoces à grain corné ont été réalisées après un croisement maïs × téosinte, suivi d'un recroisement par du maïs. Les niveaux moyens de teneur en protéines du grain de ces deux populations et de leurs descendances sont assez élevés, supérieurs à 13 p. 100, avec un écart-type compris entre 0,5 et 1 point. L'héritabilité de la teneur en protéines du grain, calculée pour la synthétique 1 entre la valeur moyenne des plantes issues d'une plante S_0 et celles de leurs descendances par autofécondation, est faible, $h^2 = 0,15$, avec des variances de dominance et environnementales élevées. La valeur hybride des descendances obtenues a été évaluée en croisement avec le testeur lignée F_{230} . Les teneurs en protéines du grain des hybrides obtenus sont, en moyenne, supérieures à celle du témoin ($F_7 \times F_2$) $\times F_{230}$, mais les corrélations entre teneur des S_1 et teneur des hybrides sont faibles et non significatives, celles entre teneur des descendances plein-frères des S_1 et teneur des hybrides, faibles mais significatives. La productivité grain de ces descendances est faible et seulement cinq hybrides ont un rendement en protéines par hectare supérieur au témoin. En revanche, la productivité plante entière des hybrides, étudiée pour une partie des descendances, est assez élevée, en moyenne supérieure au témoin, avec une teneur en protéines plante entière légèrement supérieure à celle des témoins. La corrélation rendement en grain × rendement plante entière est juste significative et celle entre teneur en protéines du grain × teneur en protéines de la plante entière est faible et non significative. Les téosintes semblent donc pouvoir être utilisés à court et moyen termes surtout pour élargir la base génétique des maïs fourrages.

Mots clés additionnels : *Maïs fourrage, prolificité.*

SUMMARY

Agronomic value and protein content of maize × teosinte progenies.

Two early flint synthetics were constructed by a maize × teosinte cross, followed by a back-cross with maize. The average level of grain protein content of the two synthetics and progenies was more than 13 % with a standard deviation between 0.5 and 1 % (table 1). Heritability of grain protein content, computed for synthetic 1 between average value of plants obtained from one S_0 plant, and the value of the full-sib progenies obtained by selfing, was low, $h^2 = 0.15$, with high value of dominance and environmental variances. Top-cross data were obtained with inbred-tester F_{230} . The average protein content of the hybrids was higher than the control ($F_7 \times F_2$) F_{230} content, but the correlation between S_1 and hybrids was low and non-significant, while the correlation between full-sib progenies and hybrids was low and significant. The average grain yield of these hybrids was low, and only 5 of them had a higher protein yield per hectare than the control (table 2, 3). Nevertheless whole-plant yield (silage plant yield) of these hybrids (studied for only a part of them) was quite high, a little better than control, with a whole-plant protein content also slightly better than control. The correlation between grain yield and whole plant yield was low and significant, while the correlation between grain protein content and whole-plant protein content was low and non-significant (table 4, 5). Use of teosinte to increase early maize variability would probably be easier for forage maize than for grain maize.

Additional key words : *Silage maize, prolificacy.*

I. INTRODUCTION

Le maïs est pauvre en protéines, avec, pour les types précoces et demi-précoces, des teneurs voisines de 8-11 p. 100 dans le grain et de 7-10 p. 100 dans la plante entière au stade ensilage. Différentes approches ont été envisagées pour en améliorer la teneur. Les travaux agronomiquement les plus avancés ont utilisé le

géniteur « Illinois High Protein » (IHP) (DUDLEY *et al.*, 1974), et ont conduit à des lignées améliorées (BOYAT *et al.*, 1978 ; DERIEUX & MONTALANT, 1978 ; POLLMER *et al.*, 1978). L'utilisation de la variabilité pour la teneur en protéines qui existe entre les populations locales ou les lignées classiques est moins avancée (KAAN *et al.*, 1982). Enfin, des populations de téosinte (*Zea mexicana* (Schrader) Kuntze = *Euchlaena mexi-*

cana Schrader) peuvent être utilisées comme géniteurs de teneurs élevées en protéines (SOLONETSKAYA *et al.*, 1978 ; VORONTOVA, 1978). Dans le cadre de l'amélioration des maïs précoces, des croisements maïs $\times$ téosinte ont été réalisés avec cet objectif d'amélioration de la teneur en protéines, mais aussi pour élargir la base génétique des populations précoces, en particulier sous l'aspect prolificité en épi.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Ces premiers croisements maïs $\times$ téosinte ont été réalisés entre des lignées ou hybrides simples « cornés » précoces et une population de téosinte, probablement introgressée de maïs, croisée par la lignée F₇

(population de téosinte collectée par R. CASSINI dans un jardin botanique de Roumanie). 80 épis S₀ ont ensuite été récoltés après un intercroisement manuel en serre des descendances obtenues (cycle C₀). Des analyses de teneur en protéines du grain ont été réalisées sur chacun de ces épis.

Deux synthétiques ont alors été créés (Cycle C₁), (fig. 1). D'une part (Synthétique 1), les descendances demi-frères du meilleur épi pour la teneur en protéines ont été recroisées avec la meilleure lignée issue du croisement avec le matériel IHP (DERIEUX & MONTALANT, 1978) pour former, après un intercroisement, une synthétique à base génétique étroite. D'autre part (Synthétique 2), l'ensemble des descendances demi-frères des 80 épis ont été intercroisées en isolement, sans suivi des filiations maternelles, avec des effectifs proportionnels à la teneur en protéines des épis S₀, tout

Figure 1
Schéma de constitution et de sélection des deux synthétiques maïs $\times$ téosinte.

Scheme for constructing and breeding the two maize $\times$ teosinte synthetics.

en privilégiant le maintien de la variabilité ; 40 épis S_0 seulement ont pu être récoltés après un printemps froid et humide très sélectif (Versailles, Yvelines, 1979). Des autofécondations ont ensuite été réalisées dans les familles de demi-frères de chacune des synthétiques. Les descendances des S_1 cornées correspondantes ont alors été triées sur la teneur en protéines des épis S_1 pour la synthétique 1 et sur un phénotype « maïs prolifique en épis non versé », en pépinière d'observation, pour la synthétique 2. La valeur en combinaison des S_1 retenues a été étudiée en croisement avec le testeur « denté » issu de IHP (F_{230}) sur des critères grain (productivité, précocité, teneur en protéines) pour l'ensemble des descendances sélectionnées (Estrées-Mons, 1982) et sur des critères fourrage plante entière (productivité, précocité, teneur en protéines) pour celles de la Synthétique 2 et pour les 12 meilleures de la Synthétique 1 (pour la teneur en protéines du grain des descendances plein frères de S_1) (Lusignan, 1982).

Les analyses de teneur en protéines du grain ont été faites sur infra-analyseur Néotec FQA 51 A, celles de teneur en protéines de la plante entière par la méthode KJELDAHL ($N \times 6,25$). Les effets lieux et années influant de façon importante sur la teneur en protéines du grain, 2 témoins, F_{232} pour les lignées et ($F_7 \times F_2$) $\times F_{230}$ pour les hybrides, ont été systématiquement ajoutés.

L'héritabilité de la teneur en protéines du grain dans la Synthétique 1 a été estimée avec les résultats épis $S_1 \times$ descendances plein-frères des S_1 à partir de la régression parent-descendant, d'une part, et de la ressemblance entre familles de plein-frères issus d'une même famille de demi-frères de la génération précédente selon la méthode développée par différents auteurs et déjà décrite (BARRIÈRE *et al.*, 1983), d'autre part.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

A. Etude du cycle C_0

La teneur en protéines du grain de la population de téosinte utilisée était de 14,3 p. 100, celle du témoin « population Lacaune » de 8,2 p. 100 et la moyenne de celles des 80 épis issus du premier intercroisement de 9,4 p. 100 avec un écart-type de 1,3. Le meilleur épi (n° 30) avait une teneur de 14 p. 100. L'intérêt agronomique de ce matériel a été approché par le croisement des 6 meilleurs S_0 (tri phénotypique en pépinière) par 2 testeurs ($F_{218} \times W_{633}$ et $F_{218} \times F_{226}$). Les moyennes de productivité et de précocité de ces familles étaient respectivement de 97,4 et de 103,4 p. 100 de celles du témoin $F_7 \times F_2$ croisé par ces 2 testeurs, la meilleure famille (n° 71) se situant à respectivement 110,5 et 105,7 p. 100.

B. Etude du cycle 1, critère grain

Les résultats moyens concernant la teneur en protéines du grain sont donnés dans le tableau 1. Comparées aux descendances d'une autre synthétique réalisée à partir de matériel « classique » trié pour la teneur en protéines (IHP, population Charentes, population bulgare, maïs des Andes), les descendances plein-frères de ces synthétiques maïs $\times$ téosinte se situent à environ 1,5 point de teneur en protéines au-dessus (13,7 et 13,2 contre 12,2 p. 100) mais, en raison de leur base génétique plus étroite, elles ont une variabilité plus faible (écart-type de 0,94 et 0,80 contre 1,41). Par ailleurs, les variances intrafamiliales de ces synthétiques pour la teneur en protéines sont proches des variances interfamiliales ; la sélection devra donc être à la fois individuelle et familiale.

TABLEAU 1

Teneurs en protéines du grain des différentes descendances des deux synthétiques maïs $\times$ téosinte. (Production de semences à Estrées-Mons (Somme) pour les épis S_1 (1980) et les top-cross (1982) ; à Caussade (Tarn-et-Garonne) pour les descendances de S_1 (1981)).
Grain protein content of S_1 progenies for two maize $\times$ teosinte synthetics. (Seed production at Estrées-Mons (Somme) for S_1 ears (1980) and top-crosses (1982), at Caussade (Tarn-et-Garonne) for progenies of S_1 (1981)).

Teneur en protéines - Protein content						
	Effectif	moyenne phénotypiques	écart-type	variances intra familles	inter familles	témoin
<i>Synthétique 1</i>						
Epis S ₁ non triés All S ₁ ears	197	14,7	1,17	1,33	1,62	F ₂₃₂ = 16,7
Epis S ₁ triés Selected S ₁ ears	97	15,5	0,70	0,49	0,47	F ₂₃₂ = 16,7
Descendances plein-frères des S ₁ Full-sib progenies of S ₁	97	13,7	0,94	0,77	1,20	F ₂₃₂ = 15,3
(Descendances des S ₁) × F ₂₃₀ Top-cross of S ₁	97	10,1	0,55	0,29	0,35	(F ₇ × F ₂) × F ₂₃₀ = 9,2
<i>Synthétique 2</i>						
Descendances plein-frères des S ₁ Full-sib progenies of S ₁	23	13,2	0,80	0,89	0,48	F ₂₃₂ = 15,3
(Descendances des S ₁) × F ₂₃₀ Top-cross of S ₁	23	9,4	0,55	0,24	0,36	(F ₇ × F ₂) × F ₂₃₀ = 9,2

Les estimations des variances additives, de dominance et environnementale obtenues pour la Synthétique 1 sont : $\sigma_A^2 = 0,60$

$$\sigma_D^2 = 1,90$$

$$\sigma_E^2 = 1,49$$

conduisant à une héritabilité très faible de la teneur en protéines $h^2 = 0,15$.

Les résultats concernant la productivité et la précocité des hybrides entre la descendance des S_1 et la lignée F_{230} sont résumés dans le tableau 2. La productivité moyenne des 2 synthétiques est très faible, 15 q/ha environ en dessous du témoin, avec une variabilité relativement peu élevée puisque les écarts-type sont également faibles (respectivement 6,1 et 5,5 q/ha). Ce matériel est de plus, en moyenne, un peu plus tardif avec environ 1,5 point de matière sèche de moins que le témoin. Toutefois, les teneurs en protéines sont en moyenne plus élevées, le meilleur hybride ayant ainsi une teneur améliorée de 2 points par rapport au témoin ($F_7 \times F_2$) F_{230} et de presque 3 points par rapport aux variétés classiques mais, en raison de sa plus faible productivité, son rendement en protéines/ha n'est amélioré respectivement que de 50 et 80 kg.

Pour les 2 synthétiques, la corrélation phénotypique (tabl. 3) entre la teneur des épis S_1 et la teneur des descendances plein-frères est très faible et non significative, confirmant la faible héritabilité de la teneur en protéines du grain. En revanche, et pour la Synthétique 1 seulement, il y a une liaison significative entre la teneur des descendances plein-frères et leur teneur en croisement, mais ces 2 teneurs sont liées négativement à la productivité en hybride ; le rendement en protéines/ha est plus lié à la productivité en grain qu'à la teneur en protéines des grains.

C. Etude du cycle 1, critères fourrage et grain

Les résultats relatifs aux essais fourrage (maïs ensilage) sont donnés dans le tableau 4, en reprenant les résultats grain obtenus sur le même matériel. La pro-

TABLEAU 2

Valeurs hybrides moyennes et meilleures descendances des deux synthétiques en croisement avec le testeur lignée F_{230} (Estrées-Mons, Somme, 1982).
Average and best progenies hybrid value of synthetics crossed with inbred F_{230} (Estrées-Mons, Somme, 1982).

	Rendement en grain Grain yield (q/ha à 15 %)	Teneur en matière sèche du grain Grain dry matter content	Teneur en protéines du grain (p. 100) Grain protein content	Rendement en protéines (q/ha) Protein yield
$(F_7 \times F_2) \times F_{230}$	80,9	64,1	9,2	6,3
Moyenne Synth 1 $\times F_{230}$	63,9	62,7	10,1	5,5
Moyenne Synth 2 $\times F_{230}$	66,0	62,3	9,4	5,3
Synth 1-10-6 $\times F_{230}$	71,0	65,3	11,2	6,8
-13-9	72,9	62,8	10,6	6,6
-17-1	78,5	64,1	9,5	6,3
-25-2	73,1	63,7	10,2	6,3
Synth 2-104-3 $\times F_{230}$	71,8	63,5	10,3	6,3
-104-6	73,2	62,2	9,5	5,9
(Brulouis + LG 11)/2	83,9	63,8	8,4	6,0

ductivité plante entière des descendances étudiées est élevée, en moyenne supérieure à celle du témoin ($F_7 \times F_2$) $\times F_{230}$, avec une précocité un peu inférieure, alors que les productivités grain sont très faibles. La teneur en protéines plante entière de ces familles est légèrement supérieure à celle du témoin, certaines familles ayant un rendement en protéines à l'hectare nettement amélioré en raison à la fois d'une teneur et d'une productivité supérieures. Par rapport aux variétés classiques, à précocité égale, l'amélioration du rendement en protéines/ha varie de 100 à 400 kg.

Il n'y a pas de corrélations significatives entre les teneurs en protéines grain et plante entière (tabl. 5), ni entre les rendements en protéines grain et plante entière. En revanche, il y a une corrélation juste signi-

TABLEAU 3

Corrélations entre les différents caractères mesurés sur les descendances des deux synthétiques (** significatives à 1 p. 100).
Correlation between observed characters for progenies of the two synthetics (** significant 1 % level).

	1		2		3		4		5	
	Synth 1	Synth 1	Synth 2	Synth 1	Synth 2	Synth 1	Synth 2	Synth 1	Synth 2	
1 Teneur en protéines épis S ₁ triés Protein content of selected S ₁ ears										
2 Teneur descendances plein-frères Full-sib progenies content	0,19									
3 Teneur en croisement par F ₂₃₀ Top-cross content	0,09	0,38**	0,27							
4 Productivité en croisement Top-cross yield	- 0,15	- 0,29**	- 0,08	- 0,31**	- 0,32**					
5 Précocité en croisement Top-cross earliness	- 0,13	0,06	0,23	0,01	0,55**	0,64**	- 0,18			
6 Rendement en protéines/ha Protein/ha yield	- 0,09	- 0,07	0,12	0,26**	0,39**	0,83**	0,75**	0,66**	0,23	

TABLEAU 4

Valeur hybride plante entière et grain de 35 descendances des deux synthétiques maïs × téosinte (moyennes et meilleures descendances).
Whole plant and grain hybrid value of 35 progenies of the two maize × teosinte synthetics (average and best progenies).

	Plante entière - Whole plant (Lusignan - 1982)				Grain (Estrées-Mons - 1982)			
	Rendement	Teneur en MS.	Teneur en protéines	Rendement protéines/ha	Rendement	Teneur en MS.	Teneur en protéines	Rendement protéines/ha
	Yield (t/ha)	D.M. content (%)	Protein content (%)	Protein/ha yield (q/ha)	Yield (q/ha à 15 %)	D.M. content (%)	Protein content (%)	Protein/ha yield (q/ha)
(F ₇ × F ₂) × F ₂₃₀	10,26	36,9	8,2	8,4	80,9	64,1	9,2	6,3
Moyenne 35 descendances × F ₂₃₀	10,89	35,7	8,4	9,2	65,1	62,5	9,7	5,4
Average 35 progenies × F ₂₃₀								
Synth 1-5-8 × F ₂₃₀	11,76	38,8	9,1	10,7	61,3	62,4	9,8	5,1
-7-7	11,20	35,8	9,3	10,4	58,5	61,9	10,5	5,2
Synth 2-104-3 × F ₂₃₀	13,03	35,9	8,2	10,6	71,8	63,5	10,3	6,3
-104-6	12,53	35,3	8,9	11,2	73,2	62,2	9,5	5,9
-124-2	13,11	35,5	8,9	11,6	70,8	61,2	9,0	5,4
-137-3	14,25	31,7	8,4	12,0	70,2	61,3	8,5	5,1
-139-3	13,23	38,9	8,3	10,1	68,7	62,1	8,8	5,2
LG11	8,36	40,9	7,7	6,4	—	—	—	—
Monarque	11,89	34,2	7,6	9,0	—	—	—	—
Mohican	14,86	31,5	7,6	11,3	—	—	—	—
(LG11 + Brulouis)/2	—	—	—	—	83,9	63,8	8,4	6,0

TABLEAU 5

Corrélations entre les différents caractères mesurés en essais grain et plante entière sur 35 descendances des deux synthétiques maïs × téosinte. ** (*) significatif au seuil de 1 (5) p. 100

Correlations between observed characters for grain and forage trials of 35 progenies of the two maize × teosinte synthetics. ** (*) significant 1 (5) % level.

	Grain					Plante entière		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Grain	1 Teneur descendances plein-frères Protein content of full-sib progenies							
	2 Teneur en croisement par F ₂₃₀ Top cross content	0,48**						
	3 Productivité en croisement Top-cross yield	- 0,18	- 0,40*					
	4 Précocité en croisement Top-cross earliness	0,16	0,29	0,29				
	5 Rendement en protéines/ha Protein/ha yield	0,18	0,34*	0,72**	0,55			
Plante entière Whole plant	6 Teneur en croisement par F ₂₃₀ Top-cross content	0,15	0,26	- 0,15	0,11	0,04		
	7 Productivité en croisement Top-cross yield	- 0,08	- 0,46**	0,34*	- 0,50**	- 0,01	- 0,08	
	8 Précocité en croisement Top-cross earliness	0,36*	0,24	0,25	0,68**	0,44**	0,35*	- 0,34*
	9 Rendement en protéines/ha Protein/ha yield	- 0,03	- 0,35*	0,28	- 0,44**	0,01	0,29	0,93** - 0,21

ficative entre la productivité grain et plante entière et une assez bonne corrélation entre les précocités grain et plante entière. La liaison négative rendement en protéines plante entière × teneur en protéines plante entière est très faible et non significative, alors qu'elle est plus élevée et significative pour ces mêmes caractères au niveau du grain. Toutefois, la corrélation rendement en protéines/ha × productivité plante entière est, comme pour le grain, très élevée.

IV. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus sur ces 2 synthétiques, dont la base génétique est un peu particulière et sans doute un peu étroite, ne peuvent être généralisés. Toutefois, ils permettent de confirmer des observations classiques, comme la liaison négative rendement en grain × teneur en protéines du grain, ou la liaison élevée rendement en protéines/ha × productivité. L'héritabilité de la

teneur en protéines du grain obtenue pour la Synthétique 1 est faible, de même que celles observées par DUDLEY *et al.* (1974) sur la population consanguine IHP. Toutefois, de même que la réponse à la sélection a été très nette pour la population IHP, ces résultats montrent qu'il est possible d'obtenir des hybrides améliorés pour la teneur en protéines du grain à partir de populations améliorées, même si l'héritabilité de ce caractère est faible et même si les corrélations hybrides $\times$ lignées sont peu élevées. La sélection des meilleures S_1 devrait toutefois se faire sur leur valeur en croisement et non sur leur valeur propre, avec par exemple le calcul d'un index productivité $\times$ teneur des hybrides sur les valeurs individuelles et familiales.

La productivité plante entière élevée de ces descendances avec une productivité grain faible confirme l'importance de la partie non grain dans l'élaboration du rendement des maïs fourrages, de même que l'absence de corrélation entre la teneur en protéines du grain et celle de la plante entière confirme l'importance de la qualité de la partie non grain (GALLAIS *et al.*, 1981). Le tri sur la prolificité en épis des S_1 de la Synthétique 2 a sans doute contribué à élever leur niveau moyen de productivité plante entière, ainsi que leur teneur moyenne en protéines plante entière, en raison de la physiologie particulière liée à ce caractère

(GALLAIS *et al.*, 1981). L'utilisation de téosintes pour la création de variétés de maïs fourrage a par ailleurs déjà été envisagée (KRISTOV *et al.*, 1978) sous la forme, par exemple, d'hybrides 3 voies entre un hybride simple de maïs et une population sélectionnée de téosinte. Les niveaux assez élevés de productivité plante entière, obtenus dès ces premiers tests de valeur hybride des 2 synthétiques maïs $\times$ téosinte, permettent en effet de considérer les téosintes comme une source importante de variabilité pour la sélection des maïs fourrages à court et moyen termes. Les résultats grain, au contraire, montrent que leur utilisation pour l'amélioration des maïs grains doit s'envisager à plus long terme, avec toutefois la possibilité d'obtenir assez rapidement des géniteurs de teneur élevée en protéines non apparentés aux sources classiques, mais de productivité limitée.

Reçu le 27 septembre 1983.

Accepté le 6 janvier 1984.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la SICA de Caussade (82300 Caussade) qui a pris à sa charge et réalisé les productions de semences hybrides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barrière Y., Vincourt P., Montalant Y., 1984. Etude de la prolificité en épis du maïs dans le premier cycle de sélection de deux populations précoces. *Agronomie*, **4** (4), 355-360.
- Boyat A., Derieux M., Kaan F., Rautou S., 1978. Maize breeding for improvement of kernel protein content using Illinois High Protein population. In W. G. Pollmer & R. H. Phipps : « *Improvement of quality traits of maize from grain and silage use* ». Pub. Martinus Nijhoff, 173-183.
- Derieux M., Montalant Y., 1978. Résultats d'un cycle de sélection généalogique pour la teneur en protéines du grain de maïs. *Ann. Amélior. Plant.*, **28** (4), 463-474.
- Dudley J. W., Lambert R. J., Alexander D. E., 1974. Seventy generations of selection for oil and protein concentration in the maize kernel. In « *Seventy generations of selection for protein and oil in maize* », 181-212. *Crop. Sc. Soc. Am.*, Madison, Wisconsin.
- Gallais A., Vincourt P., Huguet L., 1981. Objectifs et critères de sélection du maïs fourrage. *Congrès Eucarpia*, Montreux, septembre 1981.
- Kaan F., Rautou S., Panouille A., Boyat A., Tersac M., 1982. Etude de populations européennes de maïs pour quelques caractères d'intérêt agronomique. *Agronomie*, **2** (6), 577-582.
- Kristov K., Kristova P., Dimchovski P., 1978. Possibilities of the direct use of teosinte in producing hybrids for silage. *Genet. i Sel.*, **11** (5), 349-358 (en russe). *Abstr. in P.B.A.*, 1979, **49** (6), n° 4559.
- Pollmer W. G., Eberhard D., Klein D., 1978. Inheritance of protein and yield of grain and stover in maize. *Crop Sci.*, **18** (5), 757-759.
- Solonetskaya E. V., Shchelokova Z. I., Dimitrieva A. N., Alistratova M. A., Evtushenko L. V., 1978. Initial material for breeding for protein quality, *Kukuruza*, **6**, 24-25 (en russe). *Abstr. in P.B.A.*, **48** (10), 785.
- Vorontsova N. L., 1978. Content of protein and oil in forms of *Euchlaena mexicana*. *Byull. Vses. Inst. Rastenievod.* (1977), **70**, 40-41. *Abstr. in P.B.A.*, 1978, **48** (11), n° 10593.