

## CONSIDERATIONS SUR LE TOURNESOL HYBRIDE

V. A. VRANCEANU et F. M. STOENESCU (Roumanie)

On a réalisé, ces dernières années, des progrès importants dans le domaine de la création des hybrides de tournesol sur la base du croisement des lignées autofécondées. Cette méthode s'est avérée très efficace, tant pour l'accroissement de la production de graines et d'huile que pour l'amélioration des principales caractéristiques du tournesol, principalement la résistance aux maladies. En Roumanie, on a introduit en production les premiers hybrides de tournesol qui seront, les années suivantes, généralisés sur toute la superficie occupée par cette culture.

Les avantages des hybrides sont bien connus : production accrue de graines et d'huile, comme suite au phénomène hétérosis, uniformité des caractères morphologiques, résistance accrue à la verse, à la sécheresse, aux maladies et aux ravageurs. Dans la compétition avec les variétés de tournesol à teneur élevée en huile, les actuels hybrides simples présentent certaines déficiences qu'on ne peut passer sous silence, telles que le prix de revient plus élevé des graines hybrides et adaptabilité plus réduite de ces nouvelles formes de tournesol, qui constituent les plus restreintes populations génétiques.

L'efficacité économique de la production des graines hybrides de tournesol est liée en premier lieu à la production de graines obtenues sur les lots d'hybridation.

Les hybrides créés pendant la première étape sont des hybrides simples, produits sur la base de la stérilité mâle génique marquée. Les formes parentales sont des lignées autofécondées, affectées par la dépression biologique qui accompagne l'autofécondation répétée. C'est pourquoi, la production de graines des lignées utilisées comme formes maternelles est faible, et la quantité de pollen produite par les formes paternelles est plus réduite que chez les populations hybrides de tournesol. En 1971, nous avons organisé, sur de vastes superficies, les premiers lots d'hybridation pour la production de graines de l'hybride n° 52, en utilisant la parité des formes parentales de 4:2. La production de graines hybrides conditionnées obtenues dans ce cas se situe entre 600 à 900 kg à l'hectare de lot de production.

L'adaptabilité plus réduite des hybrides simples de tournesol a été mise en relief dans les expérimentations effectuées dans différentes années et dans différentes zones de culture, de Roumanie. L'analyse des variances portée sur le tableau n° 1, pour 12 hybrides simples, 5 localités et 2 années d'expérimentation, montre que les variations de production des hybrides d'une localité à une autre et d'une année à une autre, présentent des valeurs élevées, distinctement significatives. Les interactions hybrides x années et hybrides x localités sont, de même, distinctement significatives, présentant les valeurs les plus élevées. L'interaction localités x années présente une valeur moindre que les autres, mais est, de même distinctement significative, ce

qui montre aussi que l'influence des années a été différente d'une localité à l'autre. Sur la base de ces données, on peut affirmer que la plasticité écologique des hybrides simples de tournesol est assez réduite, mais il est obligatoire que, dans chaque zone de culture, on expérimente une gamme variée d'hybrides et qu'on introduise ces hybrides qui répondent le mieux aux conditions naturelles locales de climat et de sol.

Tableau n° 1 - Les variances des productions de semences et d'huile  
chez les hybrides simples de tournesol expérimentés en Roumanie  
(5 localités ; 2 années expérimentales 1970-1971)

Source de la variance	Production de semences				Production d'huile			
	S P A	1	s <sup>2</sup>	F	S P A	1	s <sup>2</sup>	F
Total	24 570,89	119			13 045,87	119		
Hybrides	2 323,06	11	211,19	20,91 <sup>xx</sup>	1 151,57	11	141,05	23,43 <sup>xx</sup>
Localités	1 055,65	4	263,91	26,13 <sup>xx</sup>	479,21	4	119,80	19,90 <sup>xx</sup>
Années	220,99	1	220,99	21,88 <sup>xx</sup>	181,86	1	181,86	30,21 <sup>xx</sup>
Hybrides x Localités	16 620,61	44	377,40	37,40 <sup>xx</sup>	8 333,12	44	189,39	31,46 <sup>xx</sup>
Hybrides x Années	3 578,53	11	325,32	32,21 <sup>xx</sup>	2 364,71	11	214,97	35,71 <sup>xx</sup>
Localités x Années	327,64	4	81,91	8,11 <sup>xx</sup>	270,57	4	67,64	11,22 <sup>xx</sup>
Hybrides x Localités x Années	444,41	44	10,10		264,83	44	6,02	

Pour être compétitifs, les hybrides de tournesol doivent se situer au niveau des meilleures variétés en ce qui concerne la teneur en huile des graines. C'est pourquoi, l'amélioration du tournesol hybride doit se faire simultanément pour les deux grands objectifs : production de graines et teneur en huile. Certains hybrides, tels que les hybrides français (tableau n° 2), donnent de grandes productions de graines, avec des gains significatifs par rapport aux meilleures variétés, en ce qui concerne la production d'huile. Les différences ne sont pas significatives à cause de la teneur plus réduite en huile des graines. Les hybrides roumains n° 52 et n° 53 sont supérieurs aux meilleures variétés, tant en ce qui concerne la production de graines que la production d'huile.

L'amélioration pour la teneur élevée en huile des graines ne peut être faite qu'à partir des variétés de type VNIMK, créées à Krasnodar par V.S. Pustovoit. Mais les lignées autofécondées, extraites du cadre de telles variétés, sont assez rapprochées, génotypiquement, ainsi que l'intensité de l'hétérosis qui résulte du croisement de telles lignées ne se situe pas toujours au niveau approprié. Dans nos tests, effectués au cours des dernières années, la proportion des combinaisons hybrides de ce genre, qui ont dépassé la variété régionalisée Record d'au moins 10 % en ce qui concerne la production de graines a été réduite, dépassant 15 %. Un hétérosis bien plus fortement exprimé est obtenu lorsque les lignées parentales sont différentes du point de vue génétique, mais dans ce cas, la fréquence des hybrides à teneur élevée en huile est faible, à cause de la participation de certaines lignées différentes comme origine de celles extraites des variétés de type VNIMK. D'où la nécessité de tester la valeur combinatoire des lignées autofécondées tant en ce qui concerne la production de graines que la teneur en huile.

La possibilité d'obtenir des hybrides de valeur est compliquée et de faible fréquence dans le cadre des variétés de type VNIMK des gènes qui confèrent la résistance aux principales maladies du tournesol. C'est pourquoi les lignées autofécondées extraites du cadre de telles variétés ne contiennent pas de gènes de résistance au mildiou (*Plasmopara halstedii* f. *helianthi*) et à la pourriture blanche (*Sclerotinia sclerotiorum*), deux maladies très nuisibles du tournesol en Roumanie. Le gène Pl, qui confère l'immunité au mildiou, bien qu'il ait été identifié par nous dans une lignée autofécondée dans le cadre du tournesol cultivé (*H. annuus* var. *macrocarpus*) provient, d'après toutes les probabilités, des croisements introgressifs avec certaines formes du tournesol sauvage du Texas. En ce qui concerne la résistance au *Sclerotinia*, les seules sources de perspectives proviennent des croisements *H. annuus* x *H. tuberosus*.

Tableau n° 2 - Résultats de la culture comparative internationale  
avec des hybrides simples de tournesol  
(Fundulea, Roumanie, 1971)

Hybrides	Pays d'origine	Prod. graines (à 0 % humidité)		Prod. huile		% huile dans la graine (sur matière sèche)
		q/ha	%	q/ha	%	
HS-53	Roumanie	32,6	119	16,5	122	50,6
HS-52	Roumanie	31,3	114	15,8	117	50,5
IPS-69-70	Bulgarie	32,1	117	16,1	119	50,1
IPS-16-70	Bulgarie	31,6	115	15,5	115	49,2
IPS- 6-69	Bulgarie	29,4	107	14,5	107	49,4
HS-10Y2	France	31,5	115	14,3	106	45,4
HS-10VY	France	30,7	112	13,7	102	44,8
INRA 6501	France	30,6	111	13,2	98	43,1
P-21 ms x HA 61	Etats-Unis	28,7	104	12,1	90	42,2
VNIIMK 8931	U.R.S.S.	27,0	98	13,0	96	48,3
Record	Roumanie	27,5	100	13,5	100	49,0
P.P.D.S. 0,05		2,6	9	1,2	9	
P.P.D.S. 0,01		3,4	12	1,6	12	

Le nombre des combinaisons hybrides de valeur dont disposent à présent les obtenteurs est le plus limité par l'assortiment restreint de lignées mâles stériles, dans le cas de la stérilité mâle génique et de lignées restauratrices de fertilité, dans le cas de la stérilité mâle cytoplasmique.

Le passage de l'étape d'expérimentation à l'étape de la production de semences hybrides commerciales a été possible grâce à l'élucidation de plusieurs aspects du phénomène de stérilité mâle. A présent, ce phénomène est si bien maîtrisé que la recherche d'autres voies pour obtenir le croisement intégral des formes parentales, telles que l'utilisation de l'auto-incompatibilité ou l'induction de la stérilité mâle par aspersion à la gibberelline, n'est plus d'actualité.

Des formes à stérilité mâle génique ont été signalées fréquemment dans tous les champs d'autofécondation et sélection des lignées autofécondées. Dans la majorité des cas, cette stérilité mâle est conditionnée par un gène récessif et n'est utilisée que sur la base du linkage au gène dominant T qui conditionne la formation du pigment anthocyanique. Les tests alléliques effectués par nous ont révélé l'existence de plusieurs gènes de stérilité mâle ( $ms_1$  ...  $ms_5$ ) et d'un seul gène T, commun à toutes les sources d'anthocyane. Le linkage décrit n'est présent que dans les lignées qui contiennent le gène  $ms_1$ . La chance que les lignées autofécondées où a été identifié le gène  $ms_1$  possède une bonne capacité de combinaison et une teneur élevée en huile, est très réduite. C'est pourquoi les formes maternelles des meilleures combinaisons hybrides, établies à la suite de croisements diallèles, doivent être transformées en lignées à stérilité mâle monogénique à marqueur anthocyanique, par l'inclusion dans leur génome des gènes  $ms_1$  et T.

La stérilité mâle cytoplasmique présente, elle aussi des difficultés. La seule source réelle, qui permette l'obtention de descendance complètement mâles stériles, est celle obtenue à Clermont-Ferrand par l'inclusion du génome de l'espèce cultivée H. annuus dans le cytoplasme de l'espèce sauvage H. petiolaris. A partir d'une telle souche, on peut obtenir, en 4 à 5 générations de rétro-croisement, une gamme très variée de lignées cytoplasmiques mâles stériles. La difficulté principale dans l'utilisation de ce type de stérilité mâle est constituée par l'identification des gènes de restauration de fertilité du pollen pour faire fonctionner ce système qui, en fait, se base sur l'interaction noyau-cytoplasme.

La fréquence des gènes de restauration de fertilité dans le cadre des formes cultivées de tournesol est extrêmement faible, ce qui rend encore plus difficiles les travaux de création des hybrides de tournesol sur la base de la stérilité mâle cytoplasmique. Les variétés de type VN11MK ne contiennent pas les facteurs de restauration nécessaires pour compléter ce système de stérilité mâle, fait confirmé par les milliers de tests effectués dans le cadre de notre assortiment de lignées autofécondées. Les deux seules sources de restauration identifiées par nous proviennent, dans un cas, d'une population locale de la collection, et dans le second cas, d'une forme ornementale de tournesol ; chez ces sources, la restauration de la fertilité du pollen est conditionnée par un seul gène dominant qui doit être transféré dans les lignées autofécondées de valeur, à capacité de combinaison élevée.

Les considérations exposées plus haut n'ont pas pour but de jeter une ombre de pessimisme sur le tournesol hybride, mais seulement de relever les difficultés que les obtenteurs de semences rencontrent dans leur effort de perfectionnement des hybrides de tournesol. Ces difficultés ne sont pas insurmontables. Dans nos travaux, certaines sont en cours d'être résolues.

Ainsi l'efficacité économique de la production des semences hybrides sera considérablement accrue par la création des hybrides à 3 voies, dont la forme maternelle sera un hybride simple mâle stérile. Par suite des travaux entrepris il y a des années, nous avons réussi à transformer une série de lignées autofécondées de valeur en lignées à stérilité mâle génique, à marqueur génétique, par le croisement desquelles nous pouvons obtenir des hybrides simples qui contiennent 50 % de plantes mâles stériles et 50 % de plantes mâles fertiles, marquées à l'anthocyane.

Les hybrides à 3 voies de ce genre pourront être créés bien plus facilement sur la base de la stérilité mâle cytoplasmique car, tout croisement avec les lignées autofécondées de valeur donnera un hybride simple entièrement mâle stérile. Bien sûr, dans ce cas, nous devons travailler bien plus pour la diversification de la gamme de lignées restauratrices de fertilité.

Les hybrides à 3 voies auront une adaptabilité et une constance en production supérieure aux hybrides simples.

L'effet hétérosis de ces hybrides pourra être maintenu à un niveau élevé, tant pour la production de graines que pour la teneur en huile, en introduisant dans leur composition une lignée différente génotypiquement des deux autres lignées à teneur élevée en huile, de type VN11MK.

Un autre problème qui a trouvé sa solution dans nos travaux d'amélioration est le problème de la création des hybrides résistants au mildiou (Plasmopara halstedii f. helianthi) par l'inclusion du gène P1, identifié par nous dans la lignée AD-66, dans le génotype des formes parentales des hybrides simples de tournesol. Par le croisement des hybrides simples à stérilité mâle avec les lignées autofécondées résistantes au mildiou, on a créé les premiers hybrides à 3 voies résistants au mildiou, pouvant ainsi contrôler génétiquement la diffusion de cette dangereuse maladie.

La stérilité mâle cytoplasmique contribuera encore davantage à l'efficacité économique du tournesol hybride. C'est pourquoi nous avons développé un vaste programme d'inclusion des gènes Rf dans le génotype des meilleures lignées autofécondées en effectuant des travaux de rétro-croisement en champ et le testage de la capacité de restauration de la fertilité du pollen en serre. Cette année, nous expérimentons les premiers hybrides produits sur la base de la stérilité mâle cytoplasmique et la restauration de la fertilité du pollen, qui constituent une perspective prometteuse pour l'avenir du tournesol hybride.