

Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach, 1989,
Vol. 13, N°2, 689 - 702.

**ETUDE DE LA MANIFESTATION DE DIFFERENTS TYPES DE
STERILITE MALE CHEZ LA TOMATE DANS LES CONDITIONS
D'ALGERIE.**

Par B. ATTANASSOVA et M. KERKOU

I.N.E.S. D'AGRONOMIE TIARET ALGERIE

R E S U M E

L'introduction de variétés hybrides chez de nombreuses espèces cultivées a posé aux sélectionneurs un problème important à résoudre: la facilité de production et la réduction du prix des semences hybrides.

D'après les recherches effectuées jusqu'à maintenant, l'utilisation des lignées mères mâles stériles est le moyen le plus efficace pour atteindre ce but.

Chez la tomate dont la plupart des variétés commercialisées sont hybrides, il existe plusieurs gènes provoquant la stérilité mâle nucléaire qu'on peut subdiviser en trois groupes d'après leurs effets:

1. Groupe "ms" manque de pollen ou pollen non viable;
2. Groupe "sl" (stamenless) absence d'étamines

(1) : Institut de Génétique, Sofia 1113 BULGARIE

(2) : Institut d'Agronomie, Tiaret 14 000 ALGERIE

3. Groupe "ps" stérilité fonctionnelle ou positionnelle (pollen viable, mais qui à cause de certaines particularités de la morphologie de la fleur ne peut pas atteindre le style).

Des études détaillées, concernant la cytologie, l'hérédité et la morphologie des mutants mâles stériles ont été effectuées par des chercheurs des Etats Unis, France, Bulgarie, URSS, Hongrie, Hollande, Inde Les résultats ont démontré que l'environnement influence la manifestation de différents gènes provoquant la stérilité mâle chez la tomate à un degré souvent considérable. Cette particularité exige des études et observations approfondies des mutants, dans des conditions réelles pour pouvoir bien choisir le type ou les types de stérilité mâle les plus convenables en sélection.

La communication présente des résultats d'études de la stérilité mâle effectuées en Bulgarie et en Algérie, ainsi qu'un essai visant à déterminer le type le plus convenable pour être utilisé éventuellement dans la pratique de la sélection en Algérie.

I N T R O D U C T I O N

L'introduction de variétés hybrides chez de nombreuses espèces cultivées a posé aux sélectionneurs un problème important à résoudre: la facilité de la production et la réduction du prix de semences hybrides. D'après les recherches effectuées jusqu'à maintenant l'utilisation des lignées mères mâle-stériles est le moyen le plus efficace pour atteindre ce but.

La stérilité mâle chez les plantes est connue comme phénomène à partir du 18ème siècle (elle a été décrite

pour la première fois par KOLRENTER). Pendant les années 20/30 de notre siècle des mutants mâle-stériles ont été découverts chez plusieurs espèces et c'est de cette époque que datent les premiers essais d'utilisation de ce phénomène dans la production de semences hybrides. Chez la tomate le premier mutant a été décrit par GRANE (1915), et à partir des années 40 un nombre important de mutations provoquant la stérilité mâle chez la tomate a été découvert ou induit par RICK (1944, 1945), LARSON, PAUR (1948); BISCHOP (1954), TRONICKOVA (1962), etc...

Les études détaillées concernant la cytologie, l'hérédité et la morphologie des mutants mâle-stériles effectuées jusqu'à nos jours par des chercheurs de plusieurs pays ont démontré que c'est un phénomène compliqué, que chaque type de stérilité mâle a des avantages mais aussi bien des inconvénients pour la production de semences hybrides, que le milieu a une influence importante sur la manifestation de presque tous les types de stérilité mâle. Cette dernière particularité exige des études approfondies de différents mutants dans des conditions concrètes pour pouvoir bien choisir le type ou les types de stérilité mâle les plus convenables pour être utilisés dans la sélection.

Le but de notre sujet est l'étude de certains mutants mâle-stériles, comparaison avec les résultats des études de ces mêmes mutants, obtenus en Bulgarie et un essai de déterminer le type le plus convenable pour être utilisé éventuellement dans la pratique sélectionnaire en Algérie.

MATERIEL ET METHODES

Les études ont été effectuées en Bulgarie (Institut de Génétique SOFIA) en plein champs et sous serres et à l'I.N.E.S. Agro-Vétérinaire de Tiaret dans des chambre de culture.

3.3. Les lignées Start ps-2,c, ex - I et Start ps - 2, c, ex - II; sélectionnées à l'Institut de Génétique, Sofia.

3.4. La lignée Start -24-ps-2, c, au style court sélectionnée à l'Institut de Génétique, Sofia.

Notre étude a été effectuée sur les principaux caractères concernant la valeur d'une lignée mâle stérile en tant que lignée-mère dans la production de semences hybrides:

- a.- Pourcentage d'autofécondation et influence de l'environnement sur la manifestation d'un type donnée de stérilité mâle.
- b.- Production de graines;
- c.- Possibilités pour recombinaison avec des marqueurs morphologiques permettant le tri des plantes stériles dès les stades les plus précoces du développement.
- d.- Possibilité pour recombinaison avec d'autre types de stérilité mâle ou certaines particularités héréditaires de la morphologie de la fleur dans le but de faciliter la castration.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. RESULTATS OBTENUS EN BULGARIE

1.1. GROUPE "ms"

L'intérêt principal des lignées dont la stérilité mâle est du type "ms" consiste en deux faits: premièrement: manque de pollen viable ce qui rend la possibilité d'autofécondation nulle, et deuxièmement: la déformation plus ou moins importante des étamines qui rend le style accessible à la pollinisation artificielle, c'est à dire la castration n'est pas nécessaire. Le degré de longuistylie est très influencé par la température,

En effectuant les études , nous avons adopté la classification des types de stérilité mâle chez les plantes proposé par GABLEMEN (1956) et adoptée par la plupart de chercheurs travaillant dans ce domaine. D'après cette classification il existe trois types principaux de stérilité mâle chez la tomate:

- 1.- Manque de pollen ou pollen non viable - les gènes provoquant ce type de stérilité sont symbolisés par "ms" - (male sterility);
- 2.- Manque d'anthers - les gènes sont symbolisé par "sl" - (stamenless);
- 3.- Stérilité fonctionnelle ou positionnelle - pollen viable mais qui à cause de certaines particularités de la morphologie de la fleur ne peut pas atteindre le style; les gènes sont symbolisés par "ps" (positional sterility) ou "ex" - exerted stigma.

Les observations ont été effectuées sur les lignées mâle-stériles suivantes:

1.- Groupe "ms"

ms - 10 - San Marzano, ms - 35 - Pearson, ms - 10³⁵ - aa Porphyre, ms - 15 - San Marzano, , ms - 26 - Early van, ms - 33 - Pearson, (provenance des Etats Unis - Prof. C.M. RICK et de France - J. PHYLOUSE).

2.- Groupe "sl"

Lignée s stamenless - provenance de France - Hedde L.

3.- Groupe "ps" et "ex"

Dans ce groupe on a étudié quatre sous-groupes de lignées

3.1. Lignée "ps"-1-LA 63 - Provenance des Etats Unis

3.2. Les lignées Bulgarka -ps-2 et Zora ps-2, sélectionnées à l'Institut de Génétique, Sofia.

l'intensité de la lumière. (COYNE, 1968, BESHIR et al., 1979, ATANASSOVA, 1983, 1984, 1986) et souvent, suivant le génotype et le milieu on peut rencontrer entre 30 et 90% de fleurs stériles dont le style n'est pas accessible et de nouveau surgit la nécessité de castration. Il faut souligner qu'en plein champs ce problème apparaît plus rarement ce qui permet à ne pas considérer la sensibilité des mutants de type "ms" au milieu ambiant comme un facteur limitant pour l'utilisation dans la pratique.

La production de graines chez les plantes stériles des lignées ms-15, ms-26, ms-33 et ms-35 est d'environ 30% plus basse que celle des plantes fertiles de ces mêmes lignées. La production de graines hybrides chez la lignée ms-35 aa est aussi plus basse que celle des lignées stériles portant le gène ps-2. Cela est dû probablement à la stérilité partielle du gamétophyte femelle ou perte partielle de la réceptivité du style. Néanmoins cet inconvénient peut être considéré comme compensé par le manque de la nécessité de castration.

Le principal facteur limitant l'utilisation des mutants types "ms" dans la pratique c'est la nécessité de maintenir les lignées en tant que population de plantes fertiles et stériles, (les plantes stériles ne pouvant être identifiées qu'après floraison). C'est aussi la cause principale pour laquelle l'intérêt des chercheurs est concentré surtout sur les mutants ms-10³⁵, le premier se trouvant à 10 centimorganes du gène "aa" (manque d'anthocyanine) (PHILOUZE, 1974 ; RTGC, 1984) et le deuxième à 3 centimorganes d'un autre gène provoquant le manque d'anthocyanine - "aw" CLAYBERG (1966). La création des recombinaisons ms-35 aa et ms-26 aw permet le tri des plantes stériles avant le repiquage. Une nouvelle possibilité c'est d'utiliser en tant que marqueurs pour ms-10³⁵ le gène contrôlant la production de Prx - 2 (TANKSLEY, ZAMIR, 1988) qui sont en linkage presque complet (0,5 cm).

Le contrôle monogénique de la stérilité type "ms", l'identification relativement facile des plantes stériles et plus particulièrement des recombinants $ms\ 10^{35}\ aa$ et $ms\ 15^{26}\ aw$ rendent la stérilité pollinique facile à transmettre par backcross à des lignées fertiles se caractérisant d'une bonne aptitude à la combinaison.

2. GROUPE sl

Les lignées mutantes types "sl" doivent être maintenues de mêmes que les lignées types "ms" en tant que population de plantes stériles et fertiles, les plantes stériles peuvent être identifiées après floraison. Le gène "sl" est situé sur le chromosome 4 - 89 et à proximité pour le moment on ne connaît pas de gène qui pourrait servir en tant que marqueur pour l'identification précoce. C'est valable aussi pour les deux gènes "vg" et "di" ayant la même localisation que "sl" (4-89), les caractères qu'ils contrôlent ne pourraient pas servir de marqueurs dans le cas donné.

Il existe aussi d'autres gènes sl (sl-2,, sl-5) (NASCH et al., 1985) qui ne sont pas alléliques à "sl", mais leur localisation n'est pas connue. En revanche les études comparatives de la morphogénèse des mutants "sl" et de l'influence du milieu sur la manifestation du gène "sl", SAWHNEY (1973, 1974), SAWHNEY, GREYSON (1973, 1979), NEUBERT (1982), SAWHNEY (1983) ont démontré que la température basse ($18^{\circ}C$ pendant le jour et $15^{\circ}C$ pendant la nuit) provoque la formation des étamines normales et pollen viable chez les plantes stériles, et que leur teneur en gibberelline (GA_3) surtout dans les organes floraux est inférieure à celle des plantes fertiles. C'est cette dernière constatation qui a donné l'idée de la restauration phénotypique temporaire des plantes

stériles par le traitement à la gibbérelline. Suivant la méthode de SAWHNEY (1979) nos essais ont donné des résultats positifs mais qui ne pourraient pas être utilisés dans la pratique puisque on ramasse une quantité assez faible de graines, le traitement doit être fait en serres, ce qui rend le prix des semences de la lignée-mère très élevé.

A notre connaissance, d'après la bibliographie concernant ce sujet la stérilité type "stamenless" n'a pas trouvé pour le moment une application pratique, et en se basant aussi sur nos propres résultats, nous avons abandonné les études de ce type.

3. GROUPE "ps" et "ex"

3.1. STERILITE CONTROLEE PAR LE GENE "ps"

La stérilité fonctionnelle contrôlée par le gène "ps" a été décrite par LARSON et PAUR (1948). Le pollen est fertile mais les pétales sont soudés avec les anthères et cette particularité de la morphologie florale empêche l'autofécondation. Le style n'est pas accessible, la castration est nécessaire pour pouvoir effectuer la pollinisation artificielle. Certains chercheurs ont obtenu des résultats satisfaisants en combinant le gène "ps" avec le gène ou les gènes provoquant la longuistylie (SIMONOV, 1973 ; DOROSSIEV, 1976 ; TIKOO, ANAND, 1980) mais notre avis est que le degré de longuistylie est fortement influencé par le milieu ambiant et que le style accessible perd sa réceptivité, ce qui diminue la production de semences. En se basant sur cette expérience nous ne recommandons pas l'utilisation de ce type de stérilité dans les conditions d'Algérie.

3.2. LIGNEES ps-2, c

En étudiant les lignées dont la stérilité est contrôlée par le gène ps-2, nous avons constaté que leur pourcentage

d'auto-fécondation est très influencé par le milieu ambiant. C'est à cause de ce fait que nous avons introduit à toutes les lignées de ce type, le gène "c" grâce auquel on peut éliminer les plantes autofécondées avant le repiquage. Nous avons constaté aussi que même des lignées dont le pourcentage d'autofécondation est très bas, comme par exemple Start BR (GUEORGUIEV, ATANASSOVA, 1981), ne peuvent pas servir de donneur du gène "ps - 2" ce qui s'explique avec la structure spécifique des tissus, juste à l'endroit où les anthères doivent s'ouvrir pour que le pollen puisse sortir et atteindre le style (JAKOVA, 1977 ; OREL, JAKOVA, 1977).

Chez les lignées étudiées la castration est nécessaire, mais elle peut être accomplie en pleine floraison grâce à quoi la réceptivité du style est bonne et la production de graines bien élevée; l'avantage principale des lignées stériles type "ps-2" est qu'elles ne doivent pas être maintenues en tant que population ce qui facilite le procès de la production de semences.

Les résultats de notre étude ont démontré que la stérilité contrôlée par le gène "ps-2" malgré certains inconvénients représente un intérêt pour la pratique sélectionnaire et nous avons entrepris un programme visant à corriger dans certaines limites les inconvénients principaux: nécessité de castration et sensibilité au milieu ambiant se manifestant par l'augmentation du pourcentage d'autofécondation.

3.3. LIGNEES ps-2, c, LONGUISTYLIQUES

Pour éviter la castration, nous avons sélectionné une série de lignées portant le gène ps-2, c et des gènes contrôlant la longuistylie. La sélection a été un processus compliqué car d'après nos études précédentes la longuistylie ne devrait pas dépasser 1,0 - 1,5 mm au dessus des anthères. Dans les cas où le

style dépasse le niveau des anthères de plus de 1,5mm on retrouve des fleurs longuistyliques en F_1 , ce qui réduit fortement le rendement ; et dans le cas contraire, quand le style dépasse le niveau des anthères de moins d'un millimètre, la longuistylie pourrait souvent disparaître sous l'influence des facteurs du milieu ambiant.

Ayant en vue ces difficultés, nous avons trouvé les résultats insatisfaisants et nous avons essayé de combiner la stérilité mâle type "ps-2" avec d'autres particularités de la morphologie florale dont la présence n'éliminerait pas la castration, mais pourrait la rendre plus facile.

3.4: LIGNEES ps-2,c, AU STYLE COURT

La présence d'un style court chez les lignées portant les gènes "ps-2" et "c" rend la castration très facile, il suffit de prendre avec deux doigts le bout du cône des anthères et de tirer, la corolle et les étamines se séparent de la fleur, mais le style reste intacte et accessible à la pollinisation. Nous avons sélectionné un nombre important de ce type de lignées en utilisant en tant que donneur de ps-2, c et style court la lignée Start-24 (GUEORGUIEV, ATANASSOVA, 1981). La plupart des lignées ont montré un pourcentage très bas d'autofécondation, (pratiquement égale à zéro). Nous avons aussi constaté que l'élongation éventuelle du style sous l'influence du milieu n'est pas dangereuse quand le style est d'environ 4,0 mm plus court que les anthères (GUEORGUIEV, ATANASSOVA, 1984).

Lors de la sélection des lignées ps-2,c style court, nous avons trouvé que l'application des backcross rend le processus très long. Nous avons obtenu de bons résultats en appliquant la sélection familiale en F_2 ou F_3 , suivie de filiation unipare (SSD-méthode).

RESULTATS OBTENUS EN ALGERIE

L'analyse préliminaire des résultats obtenus en Bulgarie a démontré que pour le moment la stérilité mâle type "ms", contrôlée par les gènes ms-10³⁵ et ms-15²⁶ et la stérilité fonctionnelle contrôlée par le gène ps-2, en combinaison avec gène marqueur "c" et avec ou sans style court pourraient représenter un intérêt pour la pratique sélectionnaire en Algérie.

Les études ont été effectuées sur les lignées suivantes:

1. Type "ms": ms-10 San Marzano, ms-35 Pearson, ms-10³⁵ Prophyre, ms-15 San Marsano, ms-26 Early Van.
- 2: Type ps-2: Start -24/ps-2, c, style court/et Virbicanske nizke.

Le semis a été fait le 27.09.1988, les plantes ont été plantées dans des pots et gardées jusqu'au 20/11. sous serre plastique, après quoi transportées dans des chambres où l'on arrivait à maintenir une température optimale pour leur développement.

La longuistylie chez les plantes stériles de ms-10, 15, 35 et 26 a été bien exprimée de 0,1,0 à 3,0 mm au dessus du niveau des étamines. La réceptivité du style des plantes stériles a été aussi normale, c'est à dire à peu près la même qu'on a trouvé en Bulgarie.

Chez les lignées stériles de type ps-2 on n'a pas trouvé des fruits autofécondés. Il faut bien sûr souligner que ce sont des résultats préliminaires obtenus dans des conditions artificielles et que l'appréciation définitive des lignées va être faite en plein champs. Néanmoins les conditions climatiques d'Algérie permettrait la production de semences sous serres

plastique, c'est à dire les conditions semblables à celles où nous avons obtenu les résultats ci-dessus ce qui rend déjà intéressants pour la pratique sélectionnaire, les types de stérilité mâle étudiés par nous, où l'on pourrait peut être avoir une certaine degré de dessiccation du style est dominante de la production de graines, aussi bien qu'un certain pourcentage d'auto-fécondation chez les lignées dont la stérilité est contrôlée par le gène ps-2.

B I B L I O G R A P H I E

- ATANASSOVA B., 1982. Effect of low temperature on tomato longistyly. *Genetics and plant breed*, 17, 4, 258-262.
- ATANASSOVA B., 1983. Effect of low light intensity on tomato longistyly. *Genetics and plant breed*, 16, 6, 453 - 457.
- ATANASSOVA B.; GEORGIEV H., 1986. Investigation of tomato male sterile lines in relation to hybrid seed production. *Acta Horticulturae*, 190, 553-557.
- BESHIR A., EL AHMADI A.; STEVENS S.M., 1979. Reproductif responses of heat tolerant, tomatoes to high temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 104, 5, 686-691.
- BISHOP C.I., 1954. A stamenless male-sterile tomato. *Amer. J. Bot.*, 41, 540 - 542.
- CLAYBERG C.D., 1966. Further data aw-ms-15 linkage. *Rep. TGC*, 16,7.
- COYNE D.P., 1968. Differential response of stylar elongation in tomatoes to soil moisture levels., *Hort. Sci.*, 3, 39.
- CRANE M.B., 1915. Heredity of types of inflorescence and fruits in tomato. *J. Genet.*, 5, 1.
- DOROSSIEV L., 1978. Use of mutant forms in the development of lignes for tomato hybrid seed production. *Proc. Int. Symp. Exp. Mutagen. Varna, 1976*, 370-375.

- GABELMAN W.H., 1956. Male sterility in vegetable breeding., Genetics in plant breed., Brookhayen Symp. Biol., 9, 113.
- GUEORGUIEV H., ATANASSOVA B., 1981(a). New opportunities for using male sterility in the tomato. Compt. Rend. du Gr. travail Eucarpia, Avignon, 18 - 21, 05; 1981, 221 - 223.
- GEORGIEV H.; ATANASSOVA B., 1981(b). Lignée de tomate "ps-2" au style court. Compt. Rend. Acad. Bulg., 32, 3, 423 - 424.
- GEORGIEV H.; ATANASSOVA B., 1984. Results from the use of ps-2 sterile lines with short style in tomato hybrid seed production. Symp. Eucarpia tomato, Wageningen, 22-24. 05; 1984. 32 - 36.
- JAKOVA M. , 1977. Flower cytomorphologie of functional male sterile tomato mutants. III. Congr. Genet. Soc. "Vavilov N. I.", 1, 103 - 104.
- LARSON R., PAUR S., 1948. The description and inheritance of a fonctionnally sterile mutant in tomato and its probable value in hybrid tomato seed production. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 52, 335 - 364.
- NASH A.F.; GARDNER G.G.; HENDERSON W.R., 1985. Evaluation of allelism and seed set of eight stamenless tomato mutants. Hort Sci. , 20, 3, 440 - 442.
- NEUBERT B., 1982. Effect of external characters on the expression of the "stamenless", character in tomato. Arch. fur Zuchtungstorshung,, Quedlinburg, R.D.A.
- OREL L., JAKOVA M., 1977. Opening mechanism of tomato's anthers. Bot. J., 62, 12, 1720 - 1730.
- PHILOUZE J., 1974. Utilisation pratique d'une lignée mêle-stérile ms-35 chez la tomate. Ann. Amélior. Plantes, 24, 2 : 129 - 144.
- REP. TGC, 1984. Linkage Map.
- RICK C.M., 1944. A new male sterile mutant in the tomato. Science, 99 - 543.

- RICK C.M., 1945. Field identification of genetically male-sterile tomato plants for use in producing F₁ hybrid seed. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 46, 277.
- SAWHNEY V.K., 1973. Interrelationship between a gene, hormone and stamen form in a stamenless-2 mutant of tomato. Genetics, 74, 2, II, 241 - 242.
- SAWHNEY V.K., 1974. Morphogenesis of the stamenless-2 mutant in tomato. Relative levels of gibberellins in the normal and mutant plants. J. Exp. Bot., 25, 89; 1004 - 1009.
- SAWHNEY V.K., 1983. Temperature control of male sterility in a tomato mutant. J. Hered., 74, 1 : 51 - 54.
- SAWHNEY V.K.; GREYSON R.I., 1973. Morphogenesis of the stamenless-2 mutant in tomato I. Comparative description of the flowers and ontogeny of stamens in the normal and mutant plants. Am. J. Bot., 60, 6, 514-523.
- SAWHNEY V.K.; GREYSON R.I., 1979. Interpretations of determination and canalisation of stamen development in a tomato mutant. Canad. J. Bot., 57, 22; 2471-2477.
- SIMONOV A.A., 1973. General sources of tomato functional male sterility. Trudi priklad. Bot. Genet. Sel., 50, 2; 9 - 16.
- TANKSLEY S.D.; ZAMIR D., 1988. Double tagging of a male-sterile gene in tomato using a morphological and enzymatic marker gene. Hort. Sci., 23: 2, 387-388.
- TIKOO S.K.; ANAND N., 1980. Development of tomato genotypes with exerted stigma and a seedling marker for use as female parents to exploit heterosis. Gurr. Sci. 49, 8, 326 - 327.
- TRONICKOVA E., 1962. Novy typ funkcní sterility rajčete. Ved. Práce Inst. Vysk. Ust. Rost. Vyroby v Praze-Ruzni, 6, 29 - 39.