

L'OBTENTION DE VALEUREUSES LIGNEES DE SOJA PAR L'INDUCTION DE MUTATIONS.

par I. NICOLAE, M. KOUIDER et F. NICOLAE

INA - Laboratoire des cultures perennes - El Harrach - Alger.

I. INTRODUCTION.

Parmi les nombreux travaux étudiant les effets des radiations ionisantes sur le soja, nous trouvons ceux de HUMPHREY (1951, 1954), JOHNSON et collab. (1955), RAWLINGS et collab. (1958), PAPA et collab. (1961), etc. en U.S.A.; ENKEN (1965, 1966), TEODORADZE (1965), AKILOV (1966), GERASIMENCO (1966), etc. en Union Soviétique; ZACHARIAS (1956), STUBBE (1959), ZACHARIAS et collab. (1962), etc. en R. D. ALLEMAGNE; ISHIKAWA (1969), en Japon; CHENG (1969) en Chine; CLARA SEBÖK (1968), GIOSAN et NICOLAE (1972, 1974) en Roumanie, etc. Dans la dernière période des résultats intéressants ont été communiqués dans de nombreux pays et le nombre des ouvrages apparus a augmenté considérablement.

Parmi les résultats communiqués jusqu'à présent nous mentionnons l'obtention de quelques mutants avec certaines particularités très valeureuses dans le domaine de la précocité, productivité des plantes, le volume élevé des graines, leur teneur élevée en protéines et en huile, la résistance augmentée aux certains facteurs climatiques limitants du milieu de culture.

En outre nous retenons les résultats concernant l'utilisation des radiations comme stimulateurs pour l'élévation de la production et de la qualité de celle-ci.

Nos recherches concernant l'application des radiations ionisantes sur les différentes variétés de soja ont été effectués entre les années 1971 et 1974 dans le champ expérimental de la chaire de Génétique et Amélioration des plantes de l'Institut Agronomique Bucarest et sur un champ expérimental au voisinage de Bucarest (C.A.P. Floresti). Les lignées mutantes obtenues, surtout les précoces, sont en expérimentation dans le cadre de l'Institut National Agronomique El Harrach (Alger).

II. MATERIEL BIOLOGIQUE ET METHODE D'ETUDE.

Dans nos expériences nous avons utilisé comme matériel initial la lignée mutante de soja - *B 107/10* obtenue par l'irradiation des semences, avec des

radiations gamma, de la variété américaine *Chippewa*. La lignée B 107/10 a de petite taille, est très précoce, a des feuilles lancéolées de couleur vert-jaunâtre, des fleurs violacées et des grosses graines de forme allongée qui présentent un hile marron relief avec une bande blanche dans la zone centrale.

Les grains séchés de soja ont été irradiés avec des radiations gamma et neutrons thermiques en utilisant différentes doses d'irradiation.

Les semences traitées ont été semées directement dans le champ, à l'époque optimale, manuellement, grain par grain, à 50 cm entre les rangs et 5 cm entre les grains du même rang.

Les échantillons avec des différents traitements ont été disposés en première génération (M_1) selon la méthode des paires. En M_2 et M_3 les descendants des plantes M_1 ont été semés individuellement à côté du témoin, lignée initiale non traitée, qui a été semée en intercalaire tous les 9 rangs.

Les gousses récoltées en première génération (M_1) sont égrenées à part. Chaque rangée semée correspond soit à la récolte d'une plante M_1 normale soit à celle d'une ramification d'une plante M_1 portant des chimères. Ainsi, dans la 2ème génération (M_2), la descendance d'une plante M_1 a été représentée soit par une seule lignée, soit d'une série de lignées correspondant au nombre de ramifications de la plante analysée. Ce système d'étude individuelle a été poursuivi pour la génération suivante, parce que l'apparition des mutations est encore fréquente en 3ème génération (M_3).

Le choix des plantes mutées a débuté dans la génération M_2 et continué en M_3 , en tenant compte des caractères, de productivité, de la précocité et de la résistance des plantes aux facteurs de milieu.

Dans la 4ème génération (M_4) on a exécuté des microcultures comparatives avec les meilleurs mutants isolés en M_2 et M_3 .

III. INTERPRETATION DE RESULTATS.

Du nombre total de 1717 lignées qui ont été examinées dans le champ d'identification des mutations (M_2), un nombre de 268 lignées (15,6%) ont présenté des mutations de nature différente, qui ont affecté surtout la période de végétation, la taille des plantes, la forme, grandeur et couleur des feuilles, la couleur des fleurs, la forme, grandeur et couleur des grains, le caractère du hile, etc.

La fréquence relativement grande de mutations obtenues, ainsi que la diversité de ceux-ci, est due à l'irradiation répétée de la lignée initiale avec des doses élevées. En ce sens nous précisons que la lignée B 107/10 a été irradiée successivement sur les trois générations des années 1969, 1970 et 1971.

TABLEAU I - *Quelques unes des données concernant l'induction et l'identification des mutations.*

| Dénomination des mutants | Le type de radiations utilisées | La génération dans laquelle est apparue la mutation | Le nombre de caractères affectés | |
|--------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|----------|
| | | | qualitatives | quantit. |
| B. 107/10 (T) | — | — | — | — |
| M. 700/1355 | Neutrons thermiques | M ₂ | 1 | 1 |
| M. 500/27 | Neutrons thermiques | M ₂ | 2 | 1 |
| M. 500/1240 | Radiations gamma | M ₂ | 2 | 1 |
| M. 400/3 | Radiations gamma | M ₂ | 1 | 1 |
| M. 300/188 | Neutrons thermiques | M ₃ | 3 | 4 |
| M. 300/205 | Radiations gamma | M ₂ | 2 | 4 |
| M. 200/1330 | Radiations gamma | M ₂ | 2 | 3 |
| M. 700/180 | Radiations gamma | M ₃ | 2 | 2 |
| M. 800/17 | Neutrons thermiques | M ₂ | 1 | 2 |
| M. 300/66 | Radiations gamma | M ₂ | 1 | 2 |
| M. 900/540 | Neutrons thermiques | M ₃ | 1 | 3 |

En général, le soja supporte des doses d'irradiation inférieures à 20 Krad. (la dose critique étant comprise entre 10-15 Krad.). A la dernière irradiation sur la 3^{ème} génération dans nos expériences effectuées en 1971, les plantes de soja ont survécu jusqu'à la dose de 50 Krad. En plus de l'accroissement de la radioresistance des plantes, l'irradiation répétée a déterminé évidemment l'élévation de la fréquence des mutations, ce qui présente un rôle important pour les programmes, d'amélioration des plantes.

TABLEAU II - *Période de végétation des lignées mutantes de soja en M₃ et M₄.*

| Dénomination des mutants | Durée de la période de végétation (en jours) | | Différence (± jours par rapport au témoin) | |
|-----------------------------|---|----------------|---|----------------|
| | M ₃ | M ₄ | M ₃ | M ₄ |
| B. 107/10 (T) | 78 | 81 | 0 | 0 |
| M. 700/1355 | 73 | 74 | - 5 | - 7 |
| M. 500/27 | 77 | 79 | - 1 | - 2 |
| M. 500/1240 | 84 | 85 | + 6 | + 4 |
| M. 400/3 | 83 | 85 | + 5 | + 4 |
| M. 300/188 | 90 | 93 | +12 | +12 |
| M. 300/205 | 98 | 103 | +20 | +22 |
| M. 200/1330 | 108 | 106 | +30 | +25 |
| M. 700/180 | 134 | 131 | +56 | +50 |
| M. 800/17 | 136 | 143 | +58 | +68 |
| M. 300/66 | 139 | 143 | +61 | +62 |
| M. 900/540 | 151 | 146 | +73 | +75 |

TABLEAU III - *L'analyse biométrique sur quelques caractères quantitatifs en M₄.*

| Dénomination des mutants | Hauteur moyenne de la plante | Nombre moyen de gousses fertiles sur la plante | Nombre moyen de grains sur la plante | Le poids à 1000 de grains (g) |
|-----------------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|
| B. 107/10 (T) | 57,6 | 28,7 | 38,9 | 137,5 |
| M. 700/1355 | 55,3 | 29,1 | 40,8 | 149,2 |
| M. 500/27 | 59,0 | 31,8 | 43,3 | 146,7 |
| M. 500/1240 | 63,9 | 31,9 | 45,0 | 143,9 |
| M. 400/3 | 62,4 | 33,0 | 44,1 | 148,0 |
| M. 300/188 | 69,9 | 38,5 | 50,6 | 139,2 |
| M. 300/205 | 80,7 | 41,0 | 58,9 | 161,0 |
| M. 200/1330 | 89,9 | 54,0 | 76,5 | 186,3 |
| M. 700/180 | 97,3 | 53,1 | 75,9 | 133,3 |
| M. 800/17 | 93,1 | 57,1 | 69,8 | 132,0 |
| M. 300/66 | 88,7 | 55,8 | 70,0 | 135,1 |
| M. 900/540 | 99,0 | 59,7 | 78,8 | 139,5 |

TABLEAU IV - Rendement des lignées de mutants de 4ème generation (M_4).

| Les lignées mutantes étudiées | Production de grains | | | Signification de la différence |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | Production absolue (kg/ha) | Production relative (%) | Différence (kg) | |
| B. 107/10 (T) | 1610,1 | — | — | — |
| M. 700/1355 | 1647,5 | 102,2 | 37,4 | — |
| M. 500/27 | 1698,0 | 105,4 | 87,9 | — |
| M. 500/1240 | 1752,8 | 108,8 | 142,7 | + |
| M. 400/3 | 1796,5 | 111,8 | 186,4 | ++ |
| M. 300/188 | 1875,7 | 116,5 | 265,6 | ++ |
| M. 300/205 | 2130,0 | 132,3 | 519,9 | +++ |
| M. 200/1330 | 2594,1 | 161,1 | 984,0 | +++ |
| M. 700/180 | 2263,4 | 140,5 | 653,3 | +++ |
| M. 800/17 | 2147,7 | 133,3 | 537,6 | +++ |
| M. 300/66 | 2301,6 | 142,9 | 691,5 | +++ |
| M. 900/540 | 2688,1 | 160,8 | 978,0 | +++ |

$$DL_{5\%} = 137,5$$

$$DL_{1\%} = 178,8$$

$$DL_{0,1\%} = 233,6$$

Les meilleurs mutants identifiés ont été désignés par des symboles qui indiquent la méthode d'amélioration: un numéro d'échantillon (qui correspond à une certaine dose d'irradiation) et un numéro d'ordre du mutant dans la génération à laquelle il appartient.

Pour chaque génération on a effectué sur les mutants identifiés des observations détaillées accompagnées de mesures biométriques et des études comparatives avec la lignée initiale (le témoin non irradié) basées sur les caractères modifiés par mutation.

Les données concernant l'induction et la détection des mutations dans le cadre des traitements effectués sont présentées dans le tableau I. Dans ce tableau on remarque que toutes les mutations identifiées sont apparues dans les générations M_4 ou M_3 . Ceci démontre qu'elles peuvent être récessives. Cette constatation a été confirmée en M_4 , lorsque les mutants n'ont pas ségrégués en descendance.

La plupart des mutants ont présenté des variations simultanées de plusieurs caractères, qui sont transmis ensemble à la descendance. Cela démontre le caractère pléiotrope de certains gènes affectés par les mutations.

Dans le tableau II on présente en comparaison avec le témoin, la période de végétation des lignées mutantes. On remarque le fait que les lignées plus tardives ont la fréquence la plus élevée.

Dans le tableau III on trouve les résultats des mesures biométriques effectuées en M_4 sur des échantillons de 100 individus. Les chiffres du tableau montrent des différences significatives entre les lignées mutantes et le témoin, ainsi qu'entre les lignées mutantes elles-mêmes.

Dans le tableau IV on présente le comportement des lignées étudiées en microcultures comparatives en 4^{ème} génération (M_4). Les données du tableau mettent en évidence des différences marquantes entre la lignée initiale (considérée comme témoin) et les lignées des mutants étudiés. On constate une corrélation positive entre la production des lignées de mutants et la longueur de la période de végétation. Nous considérons que dans le domaine de la productivité que la lignée M 200/1330 possède de grandes perspectives pour la production agricole.

Sur la base des observations et des analyses biométriques effectuées en champ et au laboratoire, tenant compte aussi de résultats de production enregistrés en M_4 , nous présentons ci-dessous la description morpho-physiologique des mutants obtenus.

La lignée M. 700/1355, est plus précoce que le témoin de 5-7 jours. Elle est de petite taille avec des feuilles ovales, des fleurs violacées et de gros grains. Elle est assez productive et résistante surtout à la verse.

La lignée M. 500/27, est précoce, avec une taille petite, des feuilles lancéolées, des fleurs blanches et des grains relativement gros avec le hile de couleur marron avec une bande blanche dans la zone centrale. Elle est plus productive que le témoin et très résistante à la sécheresse et à la verse.

La lignée M. 500/1240, est plus tardive avec 4-6 jours que le témoin; sa taille est relativement petite et les feuilles sont lancéolées avec des poils blancs, des fleurs et des gousses blanches. Elle est assez productive, et très résistante à la sécheresse et à la verse.

La lignée M. 400/3, présente beaucoup de similitudes que la lignée précédente. Elle n'en diffère que par la couleur violacée de ses fleurs.

La lignée M. 300/188, est plus tardive avec 7-8 jours que le témoin, sa taille est relativement plus grande. Elle possède des feuilles ovales avec des poils blancs, de grandes inflorescences avec de nombreuses fleurs de couleur blanche (9-25 fleurs sur une inflorescence), des gousses blanches, de gros grains avec un hile noir. Elle est très productive, résistante aux maladies et ennemis, résistante à la verse et à la sécheresse.

La lignée M. 300/205, est semi-tardive avec une grande taille, des feuilles ovales à poils verts, des fleurs violacées, des gousses brunes, des gros grains à hile jaune. Elle est très productive, assez résistante aux maladies et ennemis, peu résistante à la sécheresse.

La lignée M. 200/1330, est semi-tardive, avec une taille très haute, des grandes feuilles de forme ovale avec des poils verts, des fleurs violacées, de très gros grains à hile noir portant une bande blanche. Elle est très productive, résistante à la verse, résistante aux maladies et ennemis.

La lignée M. 700/180, est tardive, de très grande taille, des feuilles très grandes et sessiles, des fleurs blanches, des gousses brunes, des grains relativement petit avec un hile noir. Elle est très productive, mais peu résistante à la sécheresse et à la verse. Elle se prête bien au semis serré de grande densité (20-30 cm entre les rangs).

La lignée M. 800/17, est tardive, de grande taille avec des fleurs violacées. Elle est productive et résistante surtout aux maladies et ennemis.

La lignée M. 300/66, est semblable à la précédente avec des fleurs violacées, avec des poils blancs sur la tige et les feuilles. Elle est très résistante à la verse et à la sécheresse.

La lignée M. 900/540, est tardive, avec une taille relativement haute, des fleurs violacées, des feuilles très grandes avec des poils de couleur violacée. Elle est productive et résistante aux maladies et ennemis.

IV. CONCLUSION.

1. L'irradiation répétée sur chaque génération s'est révélée une méthode très efficace pour augmenter la fréquence des mutations du soja.

2. Les lignées mutantes décrites font partie de la classe des macromutations intraspécifiques, avec des phénotypes très différents de la forme initiale.

3. L'obtention de quelques lignées mutantes de soja très précoces présente une importance particulière pour les zones froides et pour leur utilisation comme 2ème culture, surtout après les céréales.

4. L'obtention de quelques lignées productives et résistantes à certains facteurs de milieu présente une grande importance pour avoir du matériel initial pour l'amélioration, ainsi que pour la production, quand ces lignées sont directement cultivées.

BIBLIOGRAPHIE

- AKILOV U. - *Vlianie oblucenia semean gammaluceami (Co⁶⁰) na izmencivas soi*. Vestn. Gh. Nauki, vol. 9, nr. 12, 1966.
- ENKEN V. B. - *Rol sorta v experimentalnom mutagbeneze*. Ghenetica, 2, 1965.
- ENKEN V. B. - *Rol ghenotipa v experimentalnom mutagbeneze*. Trudî. Mosc. Obo. Isp. Pr., XXIII, 1966.
- GERASIMENCO I. Z. - *Rozlicia v mutatirovantîi sortov soi*. Trudî. Mosc. Obo. Isp. Pr., XXIII, 1966.
- GIOSAN N. et NICOLAE I. - *Obtinerea unor mutante precoce la soia. Probleme de genetică teoretică și aplicată*. I.C.C.P.T. Fundulea, Vol. IV, nr. 4, 1972.
- GIOSAN N. et NICOLAE I. - *Perspectivnie mutantî u soi*. Ghenetica, Tom. X, nr. 6, 1974.
- HUMPHREY L. M. - *Effects of neutron irradiation on soybeans*. I Soybean Digest., 12, 1951.
- HUMPHREY L. M. - *Effects of neutron irradiation on soybeans*. I Soybean Digest., 14, 1954.
- JOHNSON H. W., ROBINSON H. F. and COMSTOCK R. E. - *Estimates of genetic and environmental variability in soybeans*. Agron. J., vol. 47, 1955.
- PAPA, KENNETH E., WILLIAMS J. H. and HANWAY D. C. - *Effectiveness of selection for quantitative characters in the third generation following irradiation of soybean with X-ray and thermal neutrons*. Crop. Sci., 1-2, 1961.
- RAWLINGS I. O., HANWAY D. C. and GARDNER C. O. - *Variation in quantitative characters of soybean after seed irradiation*. Agron. J., 50, 1958.
- SEBOK CLARA - *Contributii la ameliorarea soiei prin tratamente cu raze Röntgen*. Lucrare de doctorat. Cluj, 1968.
- TEODORADZE S. G. - *Ispolzovanie radiomutantov fasoli i soi v selectionnoi rabote*. Ghenetika, 1, 1965.
- ZACHARIAS M. - *Mutationsversuche an Kulturpflanzen VI, Röntgenbestrahlung der Sojabohne (Glicine soja L. Sieb. et Zucc.)*. Züchter, 26, 1956.
- ZACHARIAS M. et LEHMANN CHR. O. - *Ein Beitrag zur Kenntnis der Gaterslebener Mutanten der Sojabohne*. Die Kulturpflanzen, B, X, 1962.
- Les techniques d'irradiation et la révolution verte*. Buletin AIEA, vol. 11, nr. 5, 1969.