

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
20, rue Monsieur
PARIS VII^e

COTE DE CLASSEMENT N° 4332

GENETIQUE VEGETALE

LA PRODUCTION EXPERIMENTALE DES MUTATIONS ET SON ROLE DANS L'AMELIORATION
DES PLANTES

par

A. BILQUEZ

LA PRODUCTION EXPERIMENTALE DES MUTATIONS ET SON ROLE DANS L'AMELIORATION DES PLANTES

Le travail d'amélioration des plantes est entièrement basé sur l'exploitation des variations héréditaires existant au sein des espèces.

Les études de génétique ont montré que les bases physiques de l'hérédité de la plupart des caractères sont situées dans les chromosomes et que, de ce fait, les modifications subies par les chromosomes sont les seules modalités susceptibles d'aboutir à des changements héréditaires.

Les modifications subies par les chromosomes peuvent être classées en plusieurs catégories:

- les changements de nature submicroscopique, correspondant vraisemblablement à une altération chimique mais parfois peut être aussi physique du matériel chromosomique: Mutations de gènes.
- les changements visibles de la structure physique des chromosomes: Mutations structurales.
- les changements dans le nombre des chromosomes: Polysomie et Polyploïdie.

On envisagera ici seulement le premier type de modification des chromosomes: les mutations de gènes.

Définition des mutations de gènes.

On dit qu'il y a mutation de gène chaque fois que dans un génotype héréditairement stable il y a apparition de caractères nouveaux s'héritant sur le mode mendélien, traduisant de ce fait la réalisation d'états allélomorphes nouveaux.

Utilisation agronomique des mutations naturelles.

Les mutations de gène peuvent être exploitées de plusieurs façons:

La première façon d'exploiter les mutations naturelles est de les isoler de la population dans laquelle elles sont apparues et de les exploiter directement. Bien que cet usage ait permis la création de nouveautés dans la plupart des plantes, c'est cependant avec les plantes arbustives, les plantes florales et les plantes à multiplication végétative préférentielle comme l'ananas ou la pomme de terre que les résultats pratiques les plus importants ont été obtenus.

Considérons, par exemple, le cas des arbres fruitiers.

Sur les 143 variétés nouvelles de pommes d'origine connue, mises au commerce aux U.S.A. et au Canada durant la période 1924-1952, 35 d'entre elles (soit environ 25%) proviennent de mutations de bourgeons

Chez les Agrumes, la célèbre variété d'orange sans pèpin: Washington Navel a comme origine, une mutation de bourgeon apparue sur un arbre de la variété à pèpins: selecta.

La Washington Navel a produit à son tour par mutation de bourgeon des types tels que Thompson Navel (orange à écorce lisse), Robertson Navel (type plus précoce de 3 semaines que les précédants), Golden Buckeyr, Golden Nagget, Novalencia, Australian, toutes variétés sans pèpin comme la plante mère Washington Navel.

Une deuxième façon d'exploiter les mutations naturelles, est de les introduire dans un croisement en vue de créer de nouvelles associations de caractères grâce au jeu des recombinaisons géniques.

Ce procédé peut être envisagé pour deux raisons différentes.

La première est que la mutation apparue a une valeur pratique telle qu'il y a intérêt à faire bénéficier de ce même caractère les autres variétés commerciales. La mutation "carène ouverte" des fleurs de pois de senteur (Lathyrus odoratus) apparue en 1900 et commercialisée alors sous le nom de variété Spencer, offre une bonne illustration de ce mode d'exploitation. La mutation "carène ouverte" a comme effet de donner une fleur plus étalée donc plus grande. D'où son intérêt pratique et la raison pour laquelle il y avait avantage à en faire bénéficier les autres variétés.

Actuellement il n'y a plus aucune variété commerciale de pois de senteur qui n'ait des fleurs de type Spencer.

Des mutations d'intérêt pratique peuvent être portées par un matériel qui possède par ailleurs de nombreux défauts, ce qui rend impossible l'exploitation directe de la mutation. Si on veut utiliser la mutation il est alors nécessaire de l'introduire dans le génotype d'une variété commerciale, Mais à l'exclusion de tous les autres caractères défectueux portés par le mutant. Ceci constitue la deuxième raison pour laquelle on peut être amené à exploiter les mutants sous forme de géniteurs.

Ce mode d'utilisation qui s'accompagne de l'emploi de techniques spéciales telle que l'utilisation des croisements de retour successifs constitue l'un des modes actuels de travail les plus importants dans l'amélioration des plantes.

Production expérimentale des mutations de gène.

Muller et Stadler avaient montré dès 1927-1928 que les radiations ionisantes, en particulier les Rx étaient capables d'augmenter considérablement le taux d'apparition des mutations.

L'intérêt pratique de cette découverte fut cependant méconnu durant de nombreuses années. D'abord parce que beaucoup de mutants produits artificiellement témoignent d'une baisse de vitalité pouvant aller jusqu'à la complète létalité. Ensuite parce que les mutations

vitales obtenues n'aboutissent à rien d'autre que ce qui existe déjà dans la nature.

L'intérêt que l'on accorde aujourd'hui aux possibilités de production expérimentale des mutations ne réside pas dans le désir de créer quelque chose de nouveau. Il réside dans le désir de faire apparaître sur un matériel végétal déterminé une caractéristique dont il est dépourvu mais dont on sait qu'il pourrait la posséder car elle existe dans la nature.

Pour conférer à une variété A une caractéristique qui lui fait défaut la méthode classique consiste à croiser cette variété A avec une autre variété B porteuse du caractère désiré. Puis à recroiser l'hybride obtenu AB avec la variété A autant de fois qu'il le sera nécessaire pour éliminer de la descendance tous les caractères apportés par la variété B, exception faite du seul caractère que l'on souhaitait voir possédé par A.

Cette méthode nécessite évidemment des recroisements d'autant plus nombreux que les 2 variétés diffèrent entre elles par un nombre plus grand de gènes, ce qui est généralement le cas lorsqu'il s'agit de plantes ayant des écologies différentes. L'aptitude écologique est en effet un caractère héréditairement très complexe régi par de très nombreux gènes.

L'étude des mutations a permis de constater que la mutabilité de chaque gène est absolument indépendante. Un mutant ne diffère donc généralement de la plante mère que par un seul caractère, les autres caractères du mutant restant identiques à ceux de la plante mère.

Les mutants à fruit rouge obtenus à partir de la variété de pomme Gravenstein à fruit jaune, par exemple, ne diffèrent du type Gravenstein que par la couleur du fruit et possèdent par ailleurs absolument toutes les qualités qui faisaient la valeur de la variété type.

De là est née l'idée qu'il serait peut être ^{économiquement} ~~économique~~ plus intéressant d'essayer de faire apparaître expérimentalement sur un matériel écologiquement adapté les caractéristiques qui lui font défaut plutôt que de les lui conférer par une hybridation qui introduira en même temps une foule d'autres caractères qu'il faudra ensuite éliminer, opération longue et souvent très difficile.

Méthodique de la production expérimentale des mutations.

Il existe actuellement plusieurs moyens de produire expérimentalement des mutations.

Les agents mutagènes connus peuvent être divisés en deux groupes

...

1) les Facteurs physiques

- Radiations ionisantes
 - Rayons X
 - Particules α , β et γ des substances radioactives
 - Protons et neutrons
- Rayons ultra violet

2) Les substances chimiques, au premier rang desquelles figurent tous les composés groupés sous le terme d'yperite:

- l'yperite proprement dite
- les chlorures de tri ethylamine et de methyl bis β ethylamine ou yperites nitrées
- l'huile de moutarde ou isothiocyanate d'allyle.

Les agents les plus utilisés dans la pratique sont actuellement les radiations ionisantes:

- Rx produits à l'aide d'un tube classique de Collidge
- Rayons γ , produits à partir d'une source radioactive (Co^{60})
- Neutrons, produits par les réacteurs nucléaires (pile atomique)

Il y a dans la méthodique de la production expérimentale des mutations deux phases de travail aussi importantes l'une que l'autre.

La première est l'étude des conditions de traitement les plus appropriées pour induire le maximum de mutations dans l'espèce étudiée;

La seconde est le contrôle et la recherche des mutations produites.

Les travaux poursuivis par les chercheurs suédois sur l'orge et par nous mêmes sur les Crepis ont montré que la sensibilité aux Rx d'un matériel déterminé varie en fonction des conditions de milieu selon des modalités propres à chaque espèce.

Lorsque, par exemple, on irradie des graines d'orge et de Crepis Zacantha qui ont été placées préalablement dans des atmosphères à humidité égale à zéro et à humidité égale à cent, durant un temps suffisamment long pour que l'humidité des graines ait pu s'équilibrer on constate que la sensibilité aux Rx des graines d'orges équilibrées à H = 0 est beaucoup plus forte que celle des graines équilibrées à H = 100; chez Crepis Zacantha, au contraire, la sensibilité des graines équilibrées à H = 0 est beaucoup plus faible que celle des graines équilibrées à H = 100.

Cette expérience est importante car elle nous indique qu'il est absolument nécessaire d'étudier la sensibilité et les variations

de la sensibilité de chaque espèce vis à vis des radiations avant d'entreprendre tout travail pratique de production expérimentale de mutations avec cette espèce.

On remarquera que de tels travaux présentent en dehors du cadre de la production expérimentale des mutations, un autre intérêt non moins grand que le premier.

L'étude du déterminisme des différences observées dans la sensibilité vis à vis des radiations permet en effet d'en déduire corrélativement quels sont les facteurs de protection contre les radiations

Résultats pratiques obtenus à ce jour dans la production expérimentale des mutations.

La Suède et les U.S.A. sont actuellement les deux pays qui ont développé au mieux l'étude de l'action des substances mutagènes.

Les U.S.A. ont envisagé le problème seulement depuis 1949, dans le cadre des études entreprises sur l'action des substances radioactives, sous les auspices de la commission de l'énergie atomique (Laboratoire de Brookhaven).

Les travaux sur l'étude des substances mutagènes en Suède furent entrepris en 1928 par le Professeur Gustafsson qui en avait pressenti dès cette époque tout l'intérêt pratique.

Bien que beaucoup de travaux soient encore d'ordre purement méthodologique, des résultats pratiques intéressants ont déjà été obtenus par l'équipe suédoise.

Plantes arbustives.

Les recherches concernent aussi bien les arbres forestiers que les arbres fruitiers. Les travaux s'orientent de plus en plus vers l'utilisation des rayons γ émis par une source de cobalt 60 de préférence à tout autre mode de traitement. C'est ainsi que le Centre d'amélioration des arbres fruitiers de Balsgård possède une source qui est actuellement de 20 curies, mais qui va être remplacée au printemps prochain par une source de 50 curies.

Les travaux faits sur arbres fruitiers ont surtout porté sur les pommiers et les poiriers. Le taux des mutations obtenu est élevé : 28 mutations différentes ont été produites et détectées au cours des deux dernières années. Toutes n'offrent pas évidemment un intérêt économique. Signalons, parmi les mutations intéressantes, des modifications dans la coloration des fruits (obtention de pommes mieux colorées, de teinte plus vive) la forme des fruits, l'époque de la récolte (obtention de formes plus précoces). Ce dernier caractère présente un très grand intérêt pour la Suède,

Plantes annuelles à reproduction sexuée.

Nous mentionnerons seulement à titre d'exemple, les résultats obtenus avec la moutarde, le lupin doux, l'orge et le pois.

Moutarde: La moutarde constitue en Suède une plante très importante pour la production de l'huile. Le rendement en huile par ha est malheureusement assez bas. L'augmentation de la richesse en huile constitue donc le but essentiel de l'amélioration de la moutarde en Suède.

Le traitement de graines de moutarde par les Rx a permis d'aboutir à la création d'une variété nouvelle: "Svalöf'S Primex" qui vient d'être mise au commerce. Les caractéristiques de cette nouvelle variété, comparées à celles de la variété précédemment la meilleure sont indiquées dans le tableau suivant.

	: Moutarde :	variété :	Différence
	: blanche :	Primex :	
	: de Svalof :		
Richesse en huile en % de la matière sèche	: 29.68	: 30.43	: 0.75 ± 0.13
Rendement en graines en Kgs par ha	: 1846	: 1926	: 78 ± 14
Rendement en huile en Kgs par ha	: 496	: 530	: 34 ± 5,2

Lupin doux. L'objectif principal de l'amélioration du lupin doux en Suède est la recherche de la précocité. Les travaux poursuivis depuis le début de ce siècle ont montré qu'il est réellement très difficile d'obtenir des types précoces par l'une des quelconques méthodes classiques utilisés en agronomie.

L'irradiation de graines de lupin doux par les Rx a permis d'obtenir, sur un total de 977 plantes, 67 mutants dont 17 orientés vers la précocité sans perte des autres caractères et 6 vers une modification du mode et du rythme de la croissance. Parmi ces derniers, il en est un qui semble devoir être particulièrement intéressant en tant que plante fourragère semée tardivement.

Orge. L'orge a toujours constitué le matériel de recherches de prédilection des chercheurs Suédois.

26 mutants, produits à la suite de l'irradiation de graines par les Rx, figurent actuellement, dans le réseau officiel des essais expérimentaux. Tous ne seront certainement pas retenus pour une exploitation commerciale directe. Par contre la plupart d'entre eux peuvent être considérés dès maintenant comme des géniteurs extrêmement précieux pour les travaux d'amélioration futurs.

Les caractères marquants de ces mutants sont, selon le cas:

- la supériorité de rendement (Erectoides 1, late, tall 44/2)
- la résistance à la verse (la totalité des mutants)
- l'augmentation de la teneur en azote du grain (Erectoides 13; Erectoides 16; Gigas 50/1102)
- la résistance au charbon (Bright green 3)
- la précocité (Erectoides 16)
- la grosseur du grain (Gigas 50/1102 pour lequel le poids de 1000 grains est de 27% supérieur à la normale)

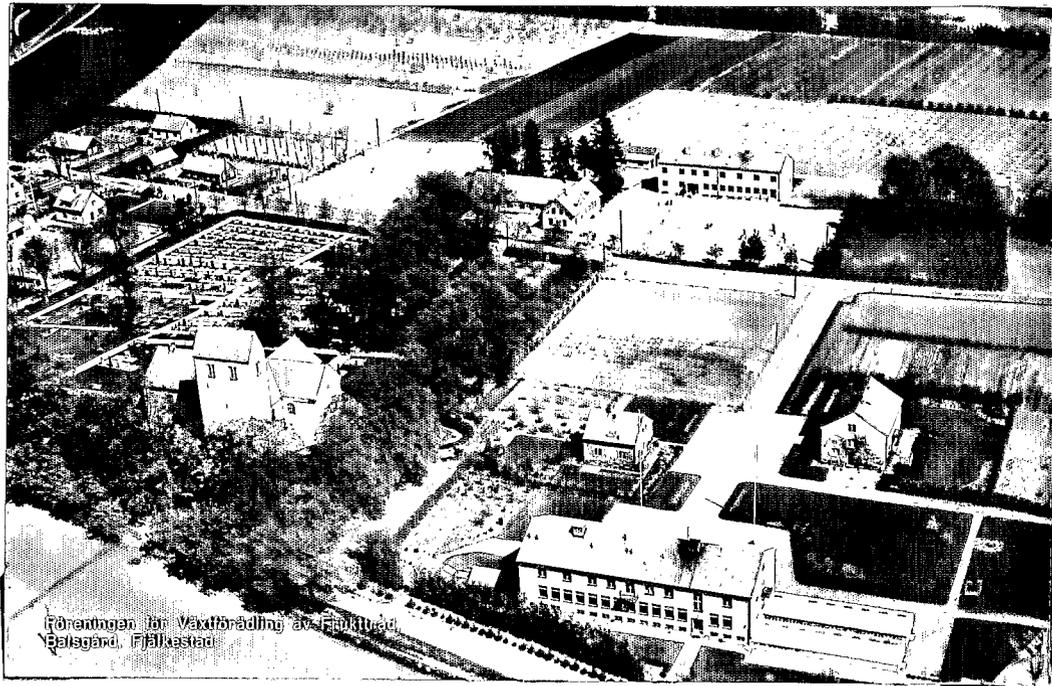
Pois.

Les travaux commencés en 1941 ont permis la création, par traitement de graines aux Rx, de la variété commerciale potagère "Strålar" dont le rendement, sur une moyenne de 11 champs d'essais différents, est de 5,8 % plus élevé que celui des autres variétés. Cela représente une augmentation de 244 kgs par ha.

Un autre mutant, non encore commercialisé: Fasciata n°699 obtenu à partir de la variété Kronart montre, par comparaison à sa variété d'origine, une augmentation de rendement de 369 Kgs par ha.

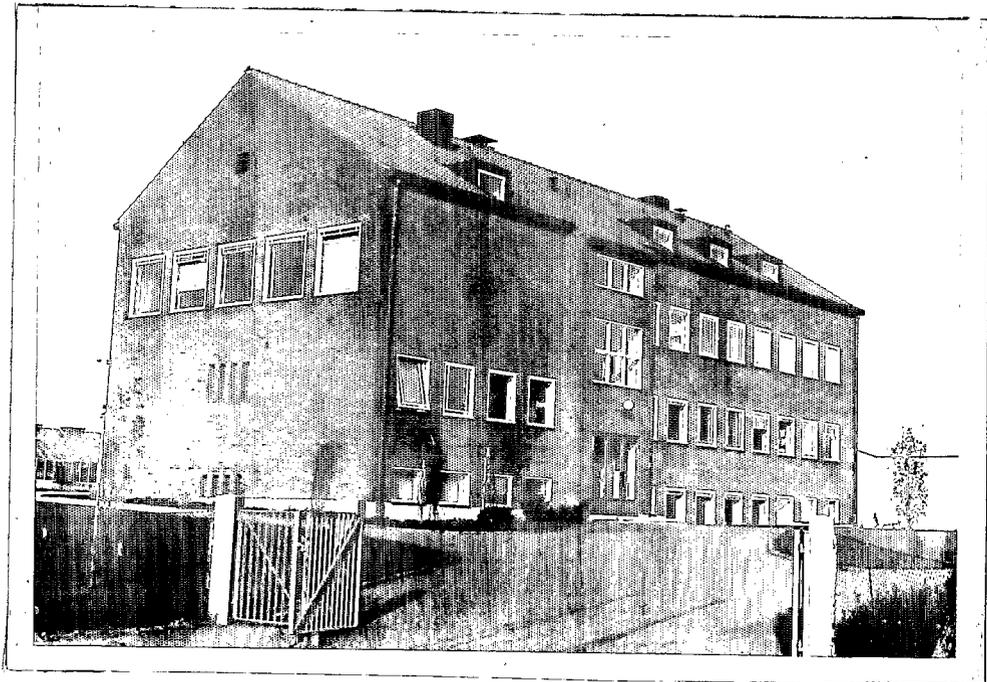
Signalons enfin le cas du mutant dit "gigas" obtenu à la suite du traitement aux Rx de graines de la variété fourragère Parvus. Les caractéristiques de ce mutant et celles de la variété d'origine sont indiquées dans le tableau ci-dessous

	: Parvus	: Gigas	:
Longueur de la gousse	: 65	: 82	:
Largeur de la gousse	: 11	: 14	:
Epaisseur de la gousse	: 11	: 13	:
Poids de 1000 graines	: 234	: 342	:
Poids de graines par plante . . .	: 20	: 51	:



Institut d'amélioration des arbres fruitiers de Balsgård -
- Suède -

(centre d'étude de l'action mutagène des R_γ sur arbres fruitiers)



Institut de génétique de l'Université de Lund .

(centre d'étude de l'action mutagène des R_X sur les plantes)

Suède .