

AMÉLIORATION DES CÉRÉALES PAR RADIOMUTAGÈSE

Par A. BOUSSAHA

CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES ET SOLAIRES

H. C. R. ALGER

R E S U M E

L'Article décrit Les principes **généraux** des techniques de radiomutagenèse et Leurs applications pour l'accroissement de La productivité agricole, notamment dans le domaine des **céréales**. Les **expériences** portant sur certaines variétés de **blé** et d'orge. Conjointement **menées** par Le C.E.N.E.S. et l'**I.D.G.C.** sont mentionnées.

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

Une mutation **génétique** implique l'**altération** de la nature des gènes qui constituent Les **unités** fondamentales responsables de la transmission de **caractères héréditaires**. Ainsi, une plante qui **possède** un gène mutant va transférer un nouveau **caractère** à sa descendance qui dans Le cas favorable, peut constituer une **amélioration** de l'**espèce**.

Depuis La mise en évidence **par** MULLER en 1927 et STADLER en 1928 de L'effet **mutagène** des rayonnements nucléaires dans **Drosophila** et Le maïs, L'irradiation a **été** appliquée dans plusieurs pays pour L'amélioration des propriétés de certains **cultivars** et La production de nouvelle **variabilité** génétique pour des **sélections** et multiplications **subséquentes**.

Plusieurs milliers d'expérimentations ont été conduites dans le monde dans les 40 dernières années.

Près de 600 variétés de plantes, dont plus de 80% produites en utilisant les mutations induites par rayonnement, sont cultivées dans le monde et occupent une superficie de 5 à 7 millions d'hectares dans plus de 30 pays. Parmi celles-ci, on dénombre plus de 330 variétés mutantes d'aliments de base (orge, riz, blé, maïs, tomate, haricot et pois). Des exemples sont donnés au tableau 1. Des variétés mutantes très performantes sont cultivées actuellement dans certains pays.

A titre d'exemple, on peut citer Les variétés mutantes d'orge en Suède et Angleterre, de riz en Hongrie et en Californie, de froment en Italie et des ornementaux en Hollande.

La faible productivité agricole en Algérie, notamment pour Les récoltes de base, est pour une grande part due à La culture de variétés génétiquement pauvres dans ce sens que Leur rendement est faible et qu'elles sont vulnérables aux maladies, peu adaptées aux conditions climatiques locales et présentent généralement une faible réponse à L'application d'engrais. La sélection des plantes au moyen de mutations induites par Les rayonnements et leur utilisation dans des programmes de multiplication de plantes contribuera certainement à accroître la variabilité génétique de ces cultures.

Le présent article traite des différents aspects liés à L'utilisation de rayonnements pour l'induction de mutations et donne quelques exemples de variétés développées par

Tableau I : Variétés mutantes dans certaines récoltes (1)

Espèces	Nom	Muta tion Di- recte	Hybri- dation	Total
Arctium lappa	Bardane	3		3
Allium cepa	Oignon	2		2
Arachis hypogaea	Arachide	5	2	7
Avena sativa	Avoine	4	4	8
Brassica sp	colza	5		5
Capsicum annuum	Poivron	3	1	4
Citrus sp	Pamplemousse	1		1
Cicer aristinum	Pois chiche	2		2
Corchorus sp	Jute.	3 5	1	6
Ficus carica	Figue	1		1
Glycine max	Soja	8	1	9
Cossypium sp	Coton	5		5
Helianthus annuus	Tournesol'	1		1
Hordcum vulgare	Orge	29	39	68
Lactuce sativa	Laitue	2		2
Lupinus sp	Lupin	2	4	6
Lycopersicon esculentum	Tomate	4	1	5
Malus sp	Pomme	4		4
Mentha sp	Menthe	3		3
Nicotiana tabacum	Tabac	1	4	5
Olea europaea	Olive.	1		1
Oryza sativa	Ris	144	24	68
Pennisetum sp.	Millet	1	1	2
Phaseolus vulgaris	Haricot	5	5	10
Pisum sativum	Pois	6	2	8
Prunus. armeniaca	Abricot	1		1
Prunus avium	Cerise	6	1	7
Prunus persicas	Pêche	2		2
Punica granatum	Grenade	2		2
Ribes sp	Groseille	1		1
Saccharum officinarum	Canne à sucre	9		9
Sacale cereale	Seigle	3		3
Sesamum orientale	Sesame	1		1
Sinapis alba	Moutarde	1	2	3
Solanum tuberosum	Pomme de terre	1		1
Solanum khasianum		1		1
Triticum aestivum	Froment?	24	6	30
Triticum turgidum	Froment dur	7	8	15
Zea mays	Maïs	3	4	7

radiomutagénèse. Le programme d'expérimentation initié avec l'Institut de Développement des Grandes Cultures est mentionné.

II. TYPES DE RAYONNEMENTS

Plusieurs types de rayonnements peuvent être utilisés comme agents **mutagènes**: rayons X, rayonnements gamma, particules bêta et alpha, neutrons. Tous ces rayonnements ont la propriété commune de **céder** de l'énergie à la **matière** traversée.

1. Rayons X

Les rayons X sont de nature **électromagnétique** au même titre que les rayons U.V. et gamma et sont produits par des machines **ou** des électrons sont accélérés à une **énergie**: de 50 à 300 kV. Leur **pénétration** dans les tissus varie de quelques mm à plusieurs cm.

2. Rayonnements gamma

En **général**, les rayonnements gamma sont **plus énergétiques** que Les rayons X et sont produits par des sources radioactives. Leur énergie peut aller jusqu'à plusieurs MeV et leur pouvoir de **pénétration** dans La matière est **élevé** (plusieurs cm dans les tissus).

Dans Les expériences de radiomutagénèse, la source de rayonnement gamma peut être **placée** dans une serre ou un champ de sorte que les plantes peuvent être **exposées** durant Leur croissance.

En général, les sources de rayonnement sont constituées de Cobalt-60 ($T = 5,3$ ans; Energie = 1,25 MeV) ou de césium - 137 ($T = 30$ ans; Energie = 0,66 MeV).

3. Particules bêta

Des émetteurs de particules bêta (électrons) tels que ^{32}P ($T = 14,5$ jours) et ^{35}S ($T = 87$ jours) peuvent être administrés directement aux plantes sous forme de solutions. Une expérience intéressante conduite par Kauai en 1962 (2) en immergeant des grains de riz en dormance et en germination dans des solutions de ^{32}P , a montré que l'efficacité mutagène de ce radioisotope était plus importante que celle des rayons X ou gamma puisque l'activité agit durant la croissance de la plante.

D'autres expériences utilisant des solutions ^{131}I et des sources $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ont été reportées dans La Littérature. (3 - 6).

4. Neutrons

Les neutrons sont très efficaces pour la production de mutations dans Les plantes.

Leur efficacité biologique relative (EBR) est plus importante que celle des rayons X.

Les neutrons d'énergie comprise entre 0,025 eV et 2 MeV peuvent être obtenus dans un réacteur nucléaire. Les neutrons rapides monoénergétiques de 3,4 et 14,1 MeV sont produits par des accélérateurs de particules. Des sources intenses de neutrons de ^{252}Cf peuvent aussi être utilisées pour des expériences de radiomutagenèse.

Un programme de recherche coordonné par l'AIEA et La FAO sur l'Irradiation Neutronique des Semences est en cours depuis plusieurs années.

Dans le cadre de ce programme, un dispositif standard a été mis au point pour les irradiations à l'aide de réacteur nucléaire, Standardized Neutron Irradiation Facility (SNIÉ).

Une telle installation est en fonctionnement au Centre de Recherche de l'AIEA à Seibersdorf (Autriche).

III. EFFETS MUTAGENES DES RAYONNEMENTS

Les effets des rayonnements sur les plantes sont de trois types:

- dommages physiologiques
- mutations de points et mutations de gènes
- aberrations de chromosomes qui conduisent à la stérilité des plantes.

Les dommages physiologiques sont limités aux générations M1, tandis que les mutations de facteurs (mutations de point et mutations de gènes) sont transférées des générations M1 aux générations suivantes.

Tous ces effets dépendent de la dose; de traitement et les dommages physiologiques constituent la limite pratique de l'augmentation de dose dans les expériences de sélection de plantes. Pour cette raison, les traitements mutagènes avec peu d'effets physiologiques et des effets génétiques importants sont préférés.

Le tableau II donne les gammes de doses utiles pour l'induction de mutations par les rayonnements gamma et les neutrons rapides dans quelques récoltes.

IV. FACTEURS INFLUENÇANT LA RADIOSENSIBILITE DES PLANTES

En plus des facteurs biologiques, un certain nombre de facteurs, tels que conditions d'irradiation, teneur en eau des semences, stockage après-irradiation... peuvent influencer de façon qualitative et quantitative les effets mutagènes des rayonnements.

a. Débit de dose

Le débit de dose d'irradiation à un effet significatif sur les résultats obtenus en radiomutagenèse.

En général, Les intensités élevées de rayonnement sont plus efficaces à produire des dommages et des mutations dans Les plantés que les intensités faibles.

b. Accroissement de l'effet mutagène des neutrons

L'efficacité mutagène des neutrons thermiques peut être accrue plusieurs fois si les semences à irradier sont trempées dans des solutions de borax, de sel de lithium ou de sel de Cadmium. Les réactions de capture de neutrons par B, Li et Cd conduisant à l'émission de rayonnements gamma ou des particules alpha sont responsables de cette augmentation (8).

c. Effet de l'oxygène

La réponse biologique des semences traitées aux rayons X et gamma dépend fortement de la teneur en oxygène

Le tableau II donne Les gammes de doses utiles pour l'induction de mutations par tes rayonnements gamma et les neutrons rapides dans quelques récoltes.

IV. FACTEURS INFLUENÇANT LA RADIOSENSIBILITE DES PLANTES

En plus des facteurs biologiques, un certain nombre de facteurs, tels que conditions d'irradiation, teneur en eau des semences, stockage après-irradiation... peuvent influencer de façon qualitative et quantitative Les effets mutagenes des rayonnements.

a. Débit de dose

Le débit de dose d'irradiation à un effet significatif sur tes résultats obtenus en radiomutagenèse.

En général, Les intensités élevées de rayonnement sont plus efficaces à produire des dommages et des mutations dans Les plantes que les intensités faibles.

b. Accroissement de l'effet mutagène des neutrons

L'efficacité mutagène des neutrons thermiques peut être accrue plusieurs fois si Les semences à irradier sont trempées dans des solutions de borax, de sel de Lithium ou de sel de Cadmium. Les réactions de capture de neutrons par B, Li et Cd conduisant à l'émission de rayonnements gamma ou des particules alpha sont responsables de cette augmentation (8).

c. Effet de l'oxygène

La réponse biologique des semences traitées aux rayons X et gamma dépend fortement de la teneur en oxygène

Tableau II Doses utilisées pour l'induction de mutations dans quelques récoltes.(7)

	Espèces	Nbre de cultivars testés	Gamme de dose (krad)	
			\bar{X}	N_f
Gramineae	Hordeum vulgare	32	10-25	0.3-0.16
	Oryza sativa			
	(a) Japonica	28	12-25	1.2-2.10
	(b) Tndica	19	15-30	1.5-2.5
	Sorghum vulgare	5	20-30	0.4-0.7
	Triticale	9	10-25	
	Triticum destivum	34	10-25	0.4-C.7
	Triticum durum	7	10-25	0.4-0.7
Solanaceae	Capsicum annum	2	15-25	
	Nicotiana tabaccum	5	20-35	-
	Solanum tuberosum	4	20-40	
Cruciferae	Brassicinapus oleifqra	2	70-100	
Chenopodiaceae	Spinacla oleracea	2	15-30	
Umbelliferae	Daucus carota	4	15-25	
Liliaceae	Allium cepa	3	10-20	0.4-0.6
Cucurbitaceae	Cucumis sativus	3	20-35	0.6-1.0
Leguminosae	Arachis hypogaea	7	20-30	1.0-2.0
	Cajanus cajan	3	8-14	1.0-2.0
	Cicer arietinum	4	12-18	2.0-3.0
	Glycine max	14	10-20	1.0-1.8
	Lens esculenta.	3	10-17	0.5-1.0
	Lupinus albus	2	15-25	1.0-1.5
	Phaseolus aureus	4	40-70	3.0-4.5
	Phaseolus lunatus	3	5-10	0.7-1.6
	Phaseolus vulgaris	16	8-15	1.9-1.7
Pisum sativum	11	6-18	0.3-0.7	

lors de l'irradiation. En **présence** d'oxygène, il se forme, par interaction des radicaux libres avec l'**oxygène** des produits radiolytiques très réactifs, responsables de l'augmentation des dommages **génétiques**.

En **général**, l'**efficacité mutagène** des rayonnements peut être augmentée lorsque les dommages dûs à l'**oxygène** sont minimisés.

En **général**, cette augmentation est observée pour les semences contenant moins de 3% d'eau.

d. Teneur en eau

Dans les conditions normales d'irradiation et pour les semences contenant moins de 14 % d'eau, la **sensibilité** aux rayonnements X et gamma augmente quand la teneur en eau **décroit**.

Alors que la **détermination** et le contrôle de la teneur en eau dans les semences à irradier aux rayons X et gamma sont **très importants** pour la **reproductibilité** des **expériences** de radiomutagenèse, l'effet des neutrons rapides ne dépend **pas** de façon cruciale de l'**atmosphère** d'irradiation et de la teneur en eau des semences (9, 10),

e. Stockage après traitement

Les conditions et la **durée** de stockage **après** irradiation peuvent modifier la **réponse** des semences. En **général**, il est recommandé de ne **pas** attendre le **stockage à température ambiante** au-delà de quelques **semaines après** irradiation aux rayonnements X et gamma ou aux neutrons **rapides**.

V. CREATION DE NOUVELLE VARIABILITE GENETIQUE PAR

RADIOMUTAGENESE

Dans les programmes de **sélection** des plantes par radiomutagenèse, l'induction de variabilité concerne en **général** l'amélioration des **propriétés** telles que le rendement, le temps de maturation, l'adaptabilité, **la** croissance, **la** résistance aux maladies et la **qualité** des **récoltes** (teneur en protéines, matières grasses...).

En **général**, l'amélioration des **paramètres** de qualité des cultures tels que qualité de l'**amidon**, **activité** enzymatique, teneur en **protéines**, teneur en matières grasses ne constitue pas une **priorité** dans les programmes de **sélection** des plantes.

On cherche surtout à développer des **variétés** à haut rendement, **résistantes** aux maladies et s'adaptant facilement aux conditions **climatiques** locales.

a. Résistance aux maladies

Le développement de **variétés** résistantes aux maladies constitue le facteur clé pour l'accroissement des rendements.

Les premiers travaux faisant **état** de l'induction de mutations pour **la** résistance aux maladies sont dus à FREISLEBEN et LEIN en 1942; qui ont **isolé** en Allemagne un mutant **d'orge de variété Haisa**, résistant au mildiou produit par irradiation **aux** rayons X. L'irradiation a **été** plus souvent **utilisée** que les autres **agents mutagènes physiques et chimiques** pour **la production** de mutants résistants aux maladies.

Dans Le tableau III sont donnés quelques exemples de mutations.

Les mutations conduisant à la **résistance** aux ma-
Ladies sont de plus en plus **utilisées** dans les programmes de
multiplication des plantes en plus de leur utilisation direc-
te pour L'amélioration des **cultivars**.

b. Rendement

Des mutants à meilleur rendement ont été lancés
bien que dans certains cas on ait **observé** une variation **néga-**
tive du rendement. La mise en **évidence** d'une variation de
rendement est rendue difficile en **général** par le fait que ce
caractère est très influence par les **fluctuations de l'envi-**
ronnement.

c. Floraison et maturation

Plusieurs **variétés** mutantes **présentant** une
maturati'on **précoce** ont été produites par rayonnements.

Souvent des **changements** d'autres **caractères** sont
parallèlement observés dans ces mutants: rendement, hauteur de
ta plante, teneur en **protéines**.

d. Adaptation aux conditions locales

Des **variétés** s'adaptant à des conditions **clima-**
tiques spéciales et présentant une **tolérance** aux faibles **tempé-**
ratures, à la chaleur, à La sécheresse ou à La **salinité** du sol
ont été développées par **radiomutagenèse (11)**.

On peut citer, 8 titre d'exemple, la **variété**
mutante de **blé** dur présentant une meilleure **adaptabilité** que

Tableau III : Exemples de mutations pour la résistance
aux maladies obtenues dans quelques plantes (7)

Plante	Parasite
Orge	Erysiphe graminis Puccinia hordei Puccinia graminis Ustilago nigra
Blé	Puccinia graminis Puccinia.recondita
Blé 'dur	Puccinia graminis
Avoine	Puccinia graminis Puccinia coronata Helminthosporium victoriae
Maïs	Sclerospora maydis
Lin	Melampsora lini
Arachide	Sclerotium rolfsii Cercospora pèrsonata
Groseille	Cronarium ribicola
Tomate	Phytophthor'a infestans
Riz	Cercospora Piricularia oryzae Cochliobolus
Tabac	Virus-Y

11/11/2016
10:58:32

la variété mère (12), la variété d'hiver de Hordeum produite par application de rayons X sur la variété d'été (13), un mutant de soja pouvant germer à 4° alors que la germination des variétés normales a lieu autour de 8°C (14) et des variétés de blé (15) et de coton (16) adaptées à la sécheresse.

e. Résistance aux intempéries

La susceptibilité aux intempéries et la fragilité des tiges est un sérieux problème pour plusieurs cultures: blé, seigle, orge, riz, maïs, canne à sucre, coton, soja... En dehors des facteurs du milieu, les caractères de la plante qui peuvent influencer ce phénomène sont: force et élasticité des tiges, structure du système de racines, longueur de la tige...

Plusieurs variétés mutantes présentant une résistance aux intempéries ont été développées par radiomutagenèse. Le tableau IV donne quelques exemples de telles mutations obtenues dans des céréales (17).

En général, les variétés mutantes résistantes aux intempéries ne présentent pas un changement au niveau des propriétés agronomiques, tels inflorescence rendement, qualité des semences, temps de maturation, résistance aux maladies etc...

Plusieurs mutants à tige rigide isolés dans des espèces de céréales présentent des rendements plus élevés que la variété mère.

Des exemples des principaux caractères améliorés dans certaines variétés mutantes de fruits à multiplication végétative et autres plantes sont reportés dans le tableau V.

Tableau IV : Céréales pour lesquels des mutants résistants aux intempéries ont été obtenus (17)

ESPECES	AGENT MUTAGENE
Avèna sativa	X
Hordeum vulgare	X, gamma, protons, n, 32 _p , X, gamma n + γ (n (f), n (th)) Gamma
Triticum aestivum	X, n (f) 32 _p , 35 _s n (th)
Triticum compactum	Gamma
Triticum durum	X; n (th, n (f))

Tableau V : Variétés mutantes développées par irradiation dans les fruits à multiplication végétative et autres plantes ('18).

Culture	Variété initiale	Nom de nouvelle variété	Année de lancement	Traitement mutagène	Principaux caractères améliorés de la variété
<u>Carica papaya</u> L. Papaye	Pusa	Pusa naha	1982	Rayons gamma	Type nain, adapté à une densité élevée de plantation.
<u>Citrus grandis</u> Osbeck Pamplemousse	Hudson	Star' Ruby	1970	Neutron: thermiques	Couleur rouge et presque sans pépins.
<u>Eriobotrya japonica</u> Lindl. loquat	Mogi	Shiro-mogi	1981	Rayons gamma	Gros fruits, bon goût.
<u>Ficus carica sativa</u> Figue		Bol (Abundant)	1979		Non report4
<u>Malus communis</u> L. Pomme	Golden Delicious	Lysgolden	1970		Qualité de fruit améliorée
	Jonathan Blackjoin	Blackjoin BH 2520	1970		Couleur du fruit plus rouge, qualité améliorée
	McIntosh	McIntosh BF-2-32	1970		Meilleure couleur du fruit, résistant à <u>Podosphaera leucotricha</u> & <u>Ventura inaequalis</u>
<u>Mentha arvensis</u> L. Menthe	Japanese mint	"Rose mint	1977		Meilleur rendement et fragrance de l'huile similaire à celle de l'huile de roses.

Tableau V: Suite

<u>Prunus cerasus</u> L.	Turgenevka	Polukarlik Turgenevki	1973	Rayons gamma	Type semi-nain
	Somorodka	Karlik Somorodka	1979	Rayons gamma	Type nain
<u>Prunus persica</u> Lefeb Pêche	Magnif 43	Magnif 135	1968	Rayons gamma irradiation chronique	Gros fruits avec couleur plus rouge et maturation des taines plus tôt.
	Halle x Dupniska	Plovdiv 6	1976	Rayons gamma 1000 red pollen	Meilleur rendement, gros fruits, bonne qualité.
<u>Punica granatum</u> L. Grenade	Unknown	Karabakh	1979	Rayons gamma	Non reporté
	Unknown	Khyrda	1979	Rayons gamma	Non reporté
	Noir de Bourgogne	Burga	1979	Rayons gamma	Maturation une semaine plus tôt.
<u>Saccharum sp.</u> Canne à sucre	CO 449	Co 6608	1966	Rayons gamma	Résistance aux maladies
	Cb 997	CO 9 9 7	1967	Rayons gamma	Résistance aux maladies
	CO 449	CO 449 mutant	1967	Rayons gamma	Résistance aux maladies
	Ni 1'	Nanei	1981	Chronic Rayons gamma	Meilleur rendement et teneur en sucre élevée
<u>Solanum tuberosum</u> L. Pomme de terre	Benimaru	Konkei No.45	1973	X-rays	Tubercules jaunâtres (variété initiale rouge)
	Mariline	Mariline 2	1968	X-rays	Meilleur rendement, meilleure couleur de la peau.

1	2	3	4	5	6
<u>Mentha piperita L.</u> Menthe	Mitcham	Murray Mitcham	1976	Neutrons & x-rays	Résistance à <u>Verticillium dahliae</u> , teneur en huile élevée.
	Mitcham	Todd's Mitcham	1971	Neutrons & x-rays	Résistance à <u>Verticillium dahliae</u> , maturation précoce.
<u>Clea europaea L.</u> Clive	Ascolana t e n e r a	Briscola	1981	Rayons gamma	Semi-nain récolte précoce.
<u>Prunus armeniaca L.</u> Abricot	Blenheim	Early Blenheim	1970	Neutrons thermiques	Maturation à une semaine plus tôt.
<u>Prunus avium L.</u> Cerise douce	Lambert	Compact Lambert	1972	X-rays	Compact et type nsi-.
	Lambert x John' Innes Sèedling 2420	Stella	1972	X-rays	Autofertile Cerise douce
	Stella	Stella compact	1974	X-rays	Type semi-nain, autofertile.
<u>Prunus cerasus L.</u> Cerise amère	Michurin	Michurin's prolific	1977	X-rays	Calibre des fruits régulier.
	Orel Early	Polukarlik Orlovskoi Rannel	1979	Rayons gamma	Type semi-nain.

VI. ACTIVITES EN COURS

Le Centre d'Etudes Nucléaires et Solaires avait introduit en 1986 auprès de l'A.I.E.A., avec la participation des instituts concernés du Ministère de L'Agriculture et de La Pêche un projet pluriannuel de recherche sur Les applications de La radiomutagenèse en Algérie. Le projet devrait porter sur l'amélioration des cultures principales et concerner la sélection par mutation des céréales, légumineuses et arbres fruitiers ainsi que l'utilisation de la technique de culture in vitro.

Des expériences préliminaires de sélection des plantes par radiomutagenèse, ont été lancées avec l'I.D.G.C.. Les variétés retenues de céréales (tableau VI) ont été irradiées au C.E.N.E.S. à des doses de 2 à 30 krad et mises en culture en Octobre 1986 à la station expérimentale d'El-Harrach.

Les caractéristiques de première génération (F1) seront étudiées par l'I.D.G.C. L'évaluation technologique des céréales non irradiées (détermination de protéines, acides aminés, cendres...) est en cours au C.E.N.E.S.

Tableau VI: Variétés de céréales irradiées et
mises en culture

BLE DURE	BLE TENDRE	ORGE
HEBDA 3	MAHON DEMIAS	SAIDA
BIDI 17	FLORENCE AURORE	BARBEROUSSE
OUED ZENATI	SIETE CERROS	ANTARES
M. B. BACHIR	ANZA	ARMA
POLONICUM	CHELIF	TICHRETT
WAHA	ARZ	GLEEN
ALG 329	VERY "S"	GERBEL
GUEMGOUM R.	HD 1220	MOREX
RAHOUI A	HYSLOP- MD	
TIMGAD	DOUGA x Bj "S"	
TITO x BIDI 17	SETIF 82	
ZB/Fg	STRAMPELLI	
Pg/GDO 390		
D 67-2		

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

- A. I. E. A., 1977.- Technical Report 119 - Manual on mutation Breeding, 2nd Edition. 45.
- BELL M. C., 1970.- Flexible sealed ⁹⁰Sr-⁹⁰Y sources for large area skin irradiation, Int. J. Appl. Radiat. Isotopes 21 - 42..
- CONGER B. V.; KILLION D. D.; and CONSTANTIN, 1973.- Effect of fission neutron, beta and gamma radiation on seedling growth of dormant and germination seeds of barley, Radiat. Bot. 13, 173.
- CONGER B. V. and CONSTANTIN, 1974.- The effectiveness of fission neutrons, 14.7 Mev monoenergetic neutrons and ⁶⁰Co gamma radiation on seedling growth reduction and induction of chlorophyll-deficient mutations in barley Biological effects of Neutron irradiation (Proc. Symp. Neuherberg, 1973, AIEA, Vienne, 417.
- DONINI B. and Micke a., 1984.- Use of induced mutations in improvement of vegetatively propagated crops. Induced Mutations in Crop Improvement in Latin America, AIEA. 79.
- GUSTAFSON A., 1947.- Mutations in agricultural plants, Hereditas, 33 . 1.
- HARLE J. R.; 1965.- RBE of 14 Mev neutrons in dry barley seeds, Radiat. Bot. 5. 417.
- KAWAI T., 1962.- A comparison of biological effects produced by external and internal irradiation, Recent adv. Breed. 4. 51.
- MASTSUMURA S.; KONDO S. and MABUCHI I., 1963.- Radiation genetics in wheat - VIII, The RBE of heavy particles from ¹⁰B(n, ⁷Li) reaction for cytogenetic effects in einkorn wheat, Radiat. Bot. 3 . 29.
- MATSUMURA S., 1962.- Radiation genetics in wheat - VII comparison of radiation effects on beta and gamma rays in diploid wheat, Radiat. Bot. 1: 155.
- MICKE A., 1984.- Better cultivars, more food, Bulletin A.I.E.A. 26; 2 6 .
- MUTATION BREEDING NEWSLETTER, AIEA 29, 1987 - 22.

- PIMENOVA L.V., 1963.- A new variety of soft spring wheat, *Seleckcija Semenov*, '28; 46.
- SCARASCIA G.T.; MUGNOZZA A.; BAGNARA A. and BOZZINI A., 1970.- Mutagenesis applied to durum wheat, induced mutations and plant improvement (*Proc. Meeting Buenos Aires*). AIEA. 1983.
- SCARASCIA G.T., MUGNOZZA A., 1964.- Induced mutations in the breeding for Lodging - resistance - the use of induced mutations in plant breeding (*Rep. FAD/AIEA Tech. Meeting Rome*, Pergamon Press, Oxford, 537.
- SIGURBYORNSSON B., 1975.- Improvement of barley through induced mutation, "*Proc. 3 rd Int. Barley Genetics Symposium*.".
- STEIN O.L. and SPARROW A.H., 1966.- The effect of acute irradiation in air, N_2 and CO_2 on the growth of the shoot apex and internodes of kalanchoë CV "Brilliant Star", *Radiat Bot* 6. 187.