

电离辐射对大豆的诱变效应 与诱变育种*

林建兴 张性坦 赵存 柏慧霞

(中国科学院遗传研究所)

摘 要

本试验应用 α -射线和 γ -射线处理6个大豆品种和4个杂种后代。分析了上述诱变因素对大豆 M_1 和 M_2 的诱变效应。 γ -射线对 M_1 的存活率、植株的生长和育性都有明显的影响。 α -射线和 γ -射线处理的后代(M_2) 在熟期、抗病性和形态特征等都产生了很大变异。这些突变体是培育不同熟期、抗病和优质的新品种的重要种质材料。通过改良系谱—混合选择法已选育出6个抗病、优质和丰产的大豆新品种。1982年诱变4号、10号、16号和30号已推广约40万亩。

动植物遗传特性的变异是选育新品种的基础。利用电离辐射和化学诱变剂处理农作物等是人工诱发遗传性变异的有效方法之一。我国在植物辐射育种和化学诱变育种方面作了大量工作,并培育出许多优良品种^[1-5]。我们从1972年开始进行了人工诱发大豆遗传性变异的研究,目的在于探讨辐射能在诱发遗传性变异的效果以及在培育抗病、优质和丰产的新品种的作用。试验结果报道如下。

材 料 和 方 法

试验用的品种和杂种后代有京黄三号、群选1号、齐黄1号、日本大白眉、十胜长叶和朝鲜大豆(黑原1775)等6个品种和4个杂种第三代,即6825—3—19—混和6825—3—18—10(58—161×徐豆1号)以及7101—混—混—9,10(齐黄1号×京黄3号)。每个品种(系)200粒干种子。电离辐射的诱导方法如下:第一、利用1万伦琴剂量的 α -射线处理干种子,剂量率为每分钟5千伦琴;第二、利用 ^{60}Co (γ -射线)。

* 牛德水、张帆同志参加部分工作。中国科学院微生物所和生物物理所分别应用X-射线和 γ -射线处理种子,谨致谢意。

处理干种子, 剂量为 1 万和 1.5 万伦琴, 剂量率为每分钟 120 伦琴。

诱变后代采用改良系谱—混合选择法进行选择。抗病毒病能力的鉴定采用蚜虫接毒和人工液汁接种。育成的优良品种和品系还必须进行异地多点鉴定其抗病能力和适应性。

结 果 与 讨 论

一、电离辐射的诱变效应

大豆种子经电离辐射处理后出现发芽率、出苗率和 M_1 成株率(存活率)下降的致死效应; 出现植株生长缓慢和育性降低等生理效应以及形态特征畸形变化等现象。 M_2 和以后世代出现各种遗传变异, 包括对人类有益和无益变异。

(一) M_1 的效应

1. 对存活率的影响——经 γ -射线处理的种子发芽受抑制, 出苗不整齐, 有的顶土不好, 闷死在土中。出苗后幼苗生长缓慢, 有的在苗期夭亡; 因而成株率明显下降。试验结果表明, 不同品种对同一诱变因素的反应也是不一样的。以 γ -射线为例, 齐黄 1 号的存活率为 42%, 群选 1 号为 20%, 7101 为 18%, 而日本大白眉只有 12%。本试验中 x -射线处理所采用的剂量对 4 个品种均未产生明显的效应, 出苗整齐, 生长也健壮。

1. 生理效应和形态特征的变化—— γ -射线处理的 M_1 植株最明显的变化是生长缓慢和不正常, 植株普遍较矮小, 开花后出现不孕株和半不孕株。根据 1972 至 1975 年的观察结果, M_1 可出现下列几种类型: (1) 不孕株——植株生长不正常, 出现类似花叶病的皱缩叶, 开花后不结实, 有的只结几个豆荚, 但种子是瘪的。(2) 半不孕株——有的主茎开花不孕, 个别侧枝结少数豆荚; 或者主茎结少数豆荚, 而分枝则不孕。通常每个豆荚只有 1 至 2 粒种子, 但豆粒比不处理的对照(1 粒荚)大。(3) 基本正常株——多数植株苗期生长比较缓慢, 但三星期后逐渐恢复正常。大多数品种开花前期都出现不育现象, 随着生长时间的推移, 育性逐渐恢复正常, 但与对照株比较, 结实率仍有明显下降。(4) 形态变异株——少数品种 M_1 就出现明显的形态变异。例如, 齐黄 1 号和群选 1 号都是无限结荚习性, 但 γ -射线处理后在 M_1 中出现了有限结荚习性的变异株, 前者占存活植株数的 14.4%, 后者高达 60%。此现象也许与基因位点的突变有关。此外, 在 M_1 中还可看到一些畸形变异, 如双主茎并连和各种畸形叶等。

x -射线处理种子出苗率虽受些影响, 但 M_1 植株从苗期至成熟生长健壮, 没有出现上述的不正常现象。

(二) 诱发后代的遗传变异

1. 抗病特性的变异——大豆抗花叶病特性的分析结果表明, 抗性受显性基因控制[6-7]。 F_2 抗病植株约占四分之三; 但 x -射线和 γ -射线处理抗病杂种后, 诱变后代(M_2)的抗性发生明显变化, 出现了许多不抗病的植株(隐性性状)。王培英等指出, 辐射能处理后植株对病虫害的抗性稍有降低[3], 我们的试验结果表明, M_1 和 M_2 的抗病性显著下降。例如, x -射线处理 6825-3-19-混(高度抗花叶病杂种)

后, M_1 和 M_2 都出现大量不抗花叶病的植株, 而不处理的对照多数植株仍然高度抗病。 $x-6825-3-19$ —混 M_1 共有 110 株, 高度抗病的只有 7 株, 占 6.4%; M_2 在温室内繁殖了 37 株, 抗病植株也只有 4 株。此结果表明, 辐射可使不抗花叶病的特性表露出来, 这样在 M_2 就可以把多数携带感花叶病基因的植株淘汰掉, 加速抗病育种的进程。

2. 熟期和形态特征的变异——许多研究者指出, 辐射能够诱发农作物熟期的变异, 并在培育早熟和特早熟品种方面取得了很好的结果^[3-4]。在我们的试验中也得到了类似的结果。 x -射线和 γ -射线处理的后代 (M_2 及其以后世代) 在熟期方面产生很大变异, 出现了许多早熟和晚熟的类型, 尤其是出现了不少在北京地区常年难于成熟的特晚熟类型 (表 2)。早熟与晚熟类型之间熟期相差 27 天, 而对照只有 7 天。

诱变后代形态特征的变异也很显著, 除了上面提到的 M_1 植株由无限结荚习性变为有限结荚习性外, 通常出现皱缩叶和畸形叶。在 $\gamma-7101$ 和 $x-6825-3-19$ —混的 M_2 中还出现亲本所没有的披针形叶的植株, 变异率为 2.7%。在 $x-6825-3-19$ —混的 M_2 中出现一株小叶葡萄型的植株, 类似于半野生大豆。

二、诱变后代的育种程序与新品种的选育

在 6 个品种和 4 个杂种的诱变后代中, 虽然出现了不少有益变异, 但只有 $x-6825-3-19$ —混这个组合的处理后代综合性状表现好, 从中选出 6 个优良品种和许多优良品系。

我们在综合改良系谱法 (或称一粒传延代法)^[8]、传统系谱法和混合选择法的优点的基础上制订了改良系谱—混合选择法。系谱选择圃只种植少数特别优良的单株。每个世代只入选极少数的优株, 表现一般的单株返回混合选择圃。混合选择圃种植没有中选但又舍不得丢掉的杂种后代。根据群体大小决定在混合圃中每株选留多少粒种子, 优株多摘几个豆荚, 较差的植株只收 1 至数粒种子。这样就能节省大量劳力和土地, 又尽量少丢失可能有用的基因型。为了说明此选育程序的优越性, 把诱变 4 号、16 号和 30 号以及它们的姊妹系的选育经过列表介绍如下:

从表 1 看出, 在系谱选种圃中从 413—7—3—混 (品系代号为 75—30) 选出诱变 30 号, 从 413—1—1—1 等系统中选出 75—1 等晚熟优良品系 (表 2)。在混合选种圃中从 413—1—混的南繁后代中选出诱变 4 号 (413—1—混—2—混等) 和诱变 16 号 (413—1—混—1—混, 品系代号为 75—16) 等优良品种。此结果表明, 从混合圃中仍可选出一些优良单株, 它们再经过系谱选择很快就能形成性状稳定的优良品种或品系。此外, 在某些基本稳定的优良品系中仍有微小变异。例如, 1976 年从 75—16 这个品系中选出三个特优变异株, 其代号为 75—16—1, 2, 3。新品系的鉴定结果表明, 它们的抗病性和丰产性都很好。1980 至 1982 年分别参加河南省周口地区和黄泛区国营农场品种比较试验以及北京地区品种区域试验, 由于它们表现突出已通过品种区域试验, 定名为诱变 31 号和 32 号 (曾用名为科系 170—3), 并在上述地区试种推广。综上所述, 6825—3—19—混 (F_3) 通过 x -射线处理后, 采用改良系谱—混合选择法从诱变后代中已选出诱变 4 号 16 号、30 号、31 号和 32 号等 5 个优良品种以及一批晚熟抗病的优良品系 (75—1 等)。但是 6825—3—19—混 (对照) 的后代尽管群体比 $x-6825-3-19$ —混大得多, 却只选出一个抗病品种 (科系 4 号)。应用同样的选择方法, 从 $x-6825-3-18-10-5$ 这个系

表 1 诱变 4 号、16 号和 30 号及其姊妹系的选育程序

年份	诱变世代	诱 变 代 号	温室或南繁	大田选种圃		备 注
			加 代	系谱选	混合选	
1972	M ₁	413 (x-6825-3-19-混)		入选 7 株	其余混合选	
1972 冬繁	M ₂	413-(1,4,10)*	种植 3 个株系, 从中选 5 个优株			一般植株混收并入 1973 年混合圃
1973	M ₂	413-(7,8,11,21)		种植 1972 年入选余下的 4 个植株和温室繁殖的 5 个株系, 从中选出 17 株	其余一般植株采用混合选	
	M ₃	413-1-(1,4,9) 413-4-12 413-10-8				
1973 冬繁	M ₃	413-1-混和 413-7-3	南繁加代 从中选出 18 株系			其余混合选
1974	M ₄	413-1-混-1 等系统		种植温室繁殖、南繁和混合圃入选单株共 45 个株系, 从中选留 30 个株系	其余混合选	
	M ₅	413-1-1-1 等和统 413-7-3-混 413-(7,8,11,21) 等系统				
1975 春繁	M ₄	413-1-混-1-混 413-1-混-2-混	在南宁加代繁殖 16 个株系, 进行抗性鉴定			从 413-1-混-2-混 413-10-8-(1,4) 形成诱变 4 号 413-1-混-1-混 = 75-16 413-7-3-混 = 75-30
	M ₅	413-7-3-混 413-4-12-2 413-10-8-(1,4)				
1975	M ₅ M ₆	75-16 等 30 个株系		种植南繁和未南繁共 30 个株系, 鉴定抗性和丰产性状		
1976	M ₆ M ₇	同上		品系鉴定		75-16 和 75-30 加速繁殖 改名为诱变 16 号和 30 号

* 括弧内的数字表示株系号, 如 413-(1,4,10) 为 413-1, 413-4 和 413-10。

统中选出一个抗细菌性斑点病和花叶病的新品种——诱变 10 号, 但未能从对照 6825-3-18-10 选出任何抗病品种。以上试验结果表明, 辐射育种的效果是很明显的。

γ -7101 射线处理的后代也出现不少有益变异, 由于它们 (γ -7101 和 γ -齐黄 1 号等) 的综合性比不上诱变 4 号等, 故都被淘汰掉。

三、诱变号大豆新品种抗病性、产量性状和品质的鉴定

(一) 产量性状的鉴定

1976 年北京的早霜来得晚, 所以特晚熟的品系生长得很好, 产量比常年高。从表 2 看出, 参加鉴定的 29 个品系中有 13 个比对照品种科系 4 号增产。表中只列出增产幅度较大的 10 个品系, 它们比对照增产 18.9% 至 70.3%。75-30 稀播繁殖种子, 未参加品系鉴定。

1977 年在界首县品种比较试验中 75-30 和 75-16 在 22 个品种中居第一和第三

位, 分别比对照品种济南 1 号增产 31.9% 和 25%; 比丰收黄增产 54.9% 和 48%。75—30 和 75—16 定名为诱变 30 号和 16 号, 1978 年在湛江市加速繁殖种子。1980 至 1982 年北京市品种区域试验结果表明, 诱变 32 号 (科系 170—3)、31 号和 30 号在 7 个区县 10 个品种中居第一、第三和第五位, 分别比对照品种通县元豆增产 41.6%、33.7% 和 31.1%; 比第二对照品种克拉克 63 增产 51.9%、54.3% 和 36.3%。诱变 30 号在四川和甘肃省的引种试验中也名列前茅, 已被这些地区确定为推广品种 (见图 1, 2)。

诱变 4 号在 1979 至 1980 年参加安徽省品种区试中比对照品种徐豆 1 号增产 11.7% 和 10.2%, 已被该省确定为推广品种。1982 年诱变 4 号、10 号、16 号和 30 号已在安徽等省推广 40 万亩左右。

表 2 1976 年优良品系 (诱变后代) 的鉴定试验结果

品系名称	生育期 (天)	株荚数	每荚粒数	主茎每节荚数	百粒重 (克)	褐斑率 (%)	小区面积 (亩)	小区产量 (斤)	折合亩产 (斤)	位次	比对照增产 (%)
75—1	174	264	2.1	2.4	20.3	1	0.01	6.3	630	1	70.3
75—11	149	225	2.3	2.4	19.3	6	0.01	5.6	560	2	51.4
75—4	174	212	2.3	1.5	18.5	5	0.01	5.0	500	3	35.1
75—7	174	205	2.2	2.4	19.0	2	0.01	4.7	470	4	27.0
75—9	174	166	2.6	1.3	17.8	3	0.01	4.7	470	4	27.0
75—16	154	212	2.8	2.5	20.0	2	0.01	4.7	470	4	27.0
75—2	174	235	2.0	2.1	19.0	1	0.01	4.5	450	5	21.6
75—27	174	162	2.3	2.2	21.3	0	0.01	4.5	450	5	21.6
75—29	174	157	2.3	1.9	21.3	1	0.01	4.5	450	5	21.6
75—28	174	128	2.0	1.5	21.8	1	0.01	4.4	440	6	18.9
科系 4 号 (CK)	154	166	2.3	2.2	22.0	1.4	0.01	3.7	370	10	0

(二) 抗病性和品质的鉴定

诱变号大豆是抗病优质的新品种 (表 3)。它们不但高度抗各种病毒病, 而且对细菌性斑点病以及霜霉病、叶褐斑病、黑点病和炭疽病等真菌性病害也较抗。这些品种在黄淮等地区种植, 叶部轻度感染花叶病, 但种子不产生褐斑, 籽粒较大, 品质好。在个别地区 (如北京) 有极少量的褐斑粒。从表 3 看出, 它们的褐斑率为 0—2%, 只有诱变 4 号的褐斑率稍高些, 为 0—5%。

从表 3 还可看出, 诱变号大豆的品质是好的。籽粒蛋白质含量明显高于东北品种吉

林 3 号和美国品种威廉姆斯。种子中脂肪的含量也不低，为18%至20%。它们的含油量虽比不上美国品种，但种子中蛋白质和脂肪的总含量（61%至62%）明显高于吉林 3 号和威廉姆斯（57%）。由于诱变号大豆具有抗病性强和品质优良的特点，它们已成为抗病毒病育种的重要抗原。

表 3 诱变号大豆抗病性和品质的鉴定

品 种	抗花叶病的能力		品 质*		
	叶子感染程度	褐斑率(%)	蛋白质%	脂肪%	合 计
诱变 4 号	轻	0—5	41.88	20.93	62.81
诱变10号	轻	0—2	42.03	18.68	60.71
诱变16号	极轻	0—2	42.31	18.69	61.00
诱变30号	极轻	0—2	41.54	19.47	61.01
诱变31号	无一极轻	0	41.75	19.69	61.44
诱变32号	无一极轻	0	/	/	/
黑外青2号	轻	0	42.32	18.82	61.14
耐阴黑豆	轻—重	/	43.74	18.07	61.81
吉林 3 号	轻—重	13	36.71	20.82	57.53
威廉姆斯	轻—重	36	35.06	22.71	57.77

* 黑龙江农科院和中国农科院分析室分析的平均数

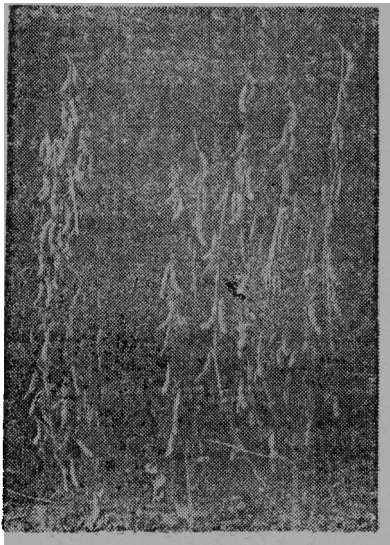


图 1 诱变30号



图 2 诱变31号

参 考 文 献

- [1] 杜若甫: 1981, 作物辐射遗传与育种, 科学出版社: 1—4页。
- [2] 翁秀英等: 1974, 遗传学报 1(2): 157—160。
- [3] 王培英等: 1982, 大豆科学 1(1): 77—83。
- [4] 邱庆树: 1982, 中国农业科学 No 6: 25—30。
- [5] 周祉祯等: 1979, 遗传学报, 6(1):49。
- [6] 林建兴等: 1979, 中国科学院遗传研究所研究年报: 163—165。
- [7] Koshimizu, Y. and L. Iizuka: 1963, Tohoku(Japan)Not1, Agr. Sta. Bull. 27:1—103。
- [8] Brim, C. A: 1966, Crop Sci 6:220。

STUDIES ON MUTAGENIC EFFECT OF IRRADIATION FACTORS ON SOYBEAN AND THE BREEDING OF SOYBEANS BY INDUCED VARIATION

Lin Jianxing Zhan Xingtian Zhao Cun Bai Huixia
(*Institute of Genetics, Academia Sinica, Beijing*)

Abstract

X-ray, gamma-ray, EMS and NTG were used to treat the dry seeds of six soybean varieties and four hybrids (F_3) of two crosses. The mutagenic effect of physically induced factors on soybeans was analysed. Experimental results showed that gamma-ray had obvious influence on survival rate of plants, growth of seedlings and plants fertility. The evident variation of M_2 generation was found in the maturing stage, resistance to diseases, and morphological characters of plants. by means of a modified pedigree and bulk selection method six varieties were developed from the mutants. These varieties have good quality of seeds and a high level of productivity and resistance to diseases. Four varieties (i.e. Youbian Nos. 4, 10, 16, and 30) were released for commercial production, and their acreage under planting was about 400 thousand mu in 1982.