

人工诱变与大豆性状的遗传

王义谅 袁洪伟

(辽宁省农业科学院农业物理研究所)

随着大豆辐射诱变育种的深入开展,诱变规律的研究也取得了一些进展。如大豆的适宜诱变剂量,诱变后代质量性状和数量性状变异频率和频谱,世代间性状的相关和遗传以及多种诱变因素的作用等问题都有报导。为了总结大豆诱变育种的规律和经验以指导辐射育种工作,我们将1973年开展大豆辐射育种工作以来,有关大豆几个性状的遗传问题作如下的归纳整理。

一、成熟期突变的遗传

成熟期是决定育种工作成败的一项重要指标。大豆通过射线辐照能够引起成熟期的改变,特别是能产生早熟突变这一点,已为人们所公认和育种实践所证实。但是成熟期是一种数量性状,射线辐照后,它是怎样变异和遗传的,目前有两种见解。一种观点认为经 α -射线或 γ -射线辐照后,成熟期的突变主要发生在 M_2 代,大豆也不例外。但我们在实践中发现辐照后大豆成熟期的变异是: M_2 能产生早熟突变但主要是倾向晚熟, M_3 是大豆成熟期分离的主要世代。1979年吉林省农科院也指出,大豆辐射后早熟突变在 M_2 和 M_3 代都能发生,而且 M_3 早熟突变的范围比 M_2 要大,频率比 M_2 要高。

1. 大豆 M_1 的成熟期不遗传给后代

我们在1973年用 $60\text{Co}\gamma$ -射线1.8万伦琴处理大豆 F_2 杂种的8个优良单株和两个品种单株,处理前将每个单株的种子留出一半作为对照。处理后的种子和对照种子同时播种,按同一个选种目标各自进行选择,继续到 M_4 和 F_5 代。试验结合在育种场圃内进行。在 M_1 代,将辐射处理的各个植株按成熟期早晚分三期收获,与杂交选育的同一品系的成熟期作比较,中熟的是指与杂交的同一品系同时成熟的植株。由于以后陆续选

表1 γ -射线辐照大豆后, M_1 成熟期与以后各世代成熟期之间的关系

世 代	M_1 早熟植株选入到以后 各世代的品系数					M_1 中熟植株选入到以 后各代的品系数					M_1 晚熟植株选入到以 后代代的品系数				
	合计	早熟	占%	晚熟	占%	合计	早熟	占%	晚熟	占%	合计	早熟	占%	晚熟	占%
M_2 单 株	19	0	0	8	42.1	27	4	14.8	8	29.6	38	4	10.5	15	39.5
M_3 品 系	18	4	22.2	2	11.1	27	12	44.4	4	14.8	38	16	42.1	9	23.7
M_4 品 系	15	3	20.0	11	73.3	17	5	29.4	7	41.2	21	11	52.4	9	42.8

注:表中未列入与对照同时成熟的品系数。

择的结果,按 M_4 品系的系统找到各自的上一世代的单株,作统计分析用。

从表 1 中看出,不论 M_1 植株成熟期是早是晚, M_2 仍旧倾向晚熟或与对照同时成熟,早熟突变的机率较低(从 0—14.8%),有人认为 M_1 的孕性高低可以作为 M_2 选择的一个根据,因为 M_1 的成熟期的早晚和孕性的高低是联在一起的,晚熟的多数是畸形较重,孕性较低的;相反,往往孕性较高或正常。在我们试验中所看到的是:选入 M_3 的品系中,各类 M_1 成熟期植株的后代均出现比较高的早熟突变频率。 M_4 中,由于选择的作用, M_1 是早熟和中熟的植株,晚熟系入选率较高, M_1 是晚熟的植株,早熟系的入选数反而较多,所以 M_1 植株成熟期的早晚是辐射效应所造成的,并不遗传。

2. M_2 与 M_3 世代成熟期的遗传

(1) $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线的辐照后代:

我们在 1973、1976、1977 三年用 $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线 1.8 万伦琴处理了大豆 57 个品系和品种,将入选的 382 个 M_2 单株和相应的 M_3 品系作成熟期遗传规律的分析,进一步证明了我们 1977 年提出的 $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线辐照后大豆品系成熟期遗传的特点。归纳如下:

表 2 γ —射线处理大豆品种和品系后, M_2 与 M_3 成熟期的变异

处理 年份	处理 品种 (系) 数	世 代	入 选 总 数	比对照早熟		比对照晚熟		平均早 (晚) 熟天数	t 值	M ₃ 比 M ₂				广 义 遗传力	
				品系数	占 %	品系数	占 %			早熟 系数	占 %	晚熟 系数	占 %		
1973	44	M ₂	331(株)	51	15.4	196	59.2	+3.63	**	11.8	186	56.2	16	4.8	46.8%
		M ₃	331(系)	144	43.5	58	17.5	-2.03							
1976	8	M ₂	31(株)	0	0	14	45.2	+1.42	**	2.93	17	54.8	7	22.6	7.4%
		M ₃	31(系)	17	54.8	14	45.2	-0.55							
1977	5	M ₂	20(株)	5	25.0	6	30.0	-0.15	△	1.76	7	35.0	6	30.0	13.5%
		M ₃	20(系)	10	50.0	6	30.0	-2.95							
合计	57	M ₂	382(株)	56	14.7	216	56.5	+3.25	**	12.21	210	55.0	29	7.6	45.0%
		M ₃	382(系)	171	44.8	78	20.4	-1.96							

注:与对照同时成熟的品系未列入。

**为差异极显著, Δ 为机率在 0.10—0.05 之间

第一, M_2 能产生早熟突变,但机率比较低,由于供辐照的大豆品种或品系不同,有的 M_2 没有出现早熟突变。有些材料多一些,但也只占入选株数的 10—20% 左右,占 M_2 植株总数不到 1%。平均成熟期与对照成熟期相似,或比对照晚熟。

第二, M_3 产生比 M_2 更显著的成熟期分离现象,早熟突变系占 M_3 入选单株的 40—50%,平均达到 44.8%, M_2 是晚熟或与对照同时成熟的品系平均有 55% 的系数到 M_3 变为与对照同时成熟或早于对照成熟, M_3 的平均成熟期比对照提早 2—3 天左右, M_2 和 M_3 的平均成熟期经 t 测验差异极显著。

第三, M_2 产生的早熟突变能遗传,产生的晚熟突变只有少部分能遗传,大部分晚熟突变到 M_3 产生大量的早晚熟分离,特别是分离出早熟突变的机率比较高, M_3 产生的成熟期突变绝大部分能遗传给后代。但因辐射材料不同,遗传力表现不稳定。多数品系的成熟期到 M_4 才比较稳定。

第四, 综上所述, 经 $^{60}\text{Co}\gamma$ -射线辐照后, 大豆突变体成熟期的分离和选择主要在 M_3 代, 对 M_2 代出现的早熟突变要选择, 成熟期偏晚而综合性状符合育种目标的单株也要选择, 保证 M_2 有一定的入选量。

1976 年我们选入品比试验的“辽农一号”新品系就是在 M_3 代发生的早熟突变。“辽农一号”原系号为“75—8070”, 是 1973 年用 $^{60}\text{Co}\gamma$ -射线 1.8 万伦琴辐照“黑农 11×铁丰 9”的杂种后代, M_2 入选的单株与对照同时成熟, 但到 M_3 代该小区比对照早熟 16 天, 小区产量也高于对照品种。经三年品比和二年区域试验, 该突变系的特点是早熟, 生育期 75—78 天, 可以在沈阳地区接春小麦作夏种而能正常成熟, 产量比对照品种高出 10—15% 左右。

(2) 中子辐照后代

从 1977 年起, 我们开始中子辐照育种试验, 由北京师范大学低能物理所的同步静电加速器处理大豆品种“早三粒”和“铁丰 18”, 剂量为 1.27×10^{11} , 4.0×10^{11} , 6.62×10^{11} , 1.07×10^{12} 和 2.03×10^{12} 。高于 6.62×10^{11} 的剂量死亡率很高, 后代入选株数很少, 所以只统计了 $1.27—4.0 \times 10^{11}$ 剂量入选单株的成熟期变化, 见表 3。

表 3 不同中子剂量辐照大豆品种后 M_2 与 M_3 成熟期的变异

中子通量	世代	入选总数	M_2 总株数	比对照早熟		比对照晚熟		平均早 (晚) 熟天数	t 值	M_2 单株与 M_3 品系的广义遗传力
				品系数	占%	品系数	占%			
4.0×10^{11}	M_2	32(株)	624	5	15.6	14	43.8	+1.69	Δ 1.79	9.3%
	M_3	32(系)		7	21.9	13	40.7	-0.09		
1.27×10^{11}	M_2	30(株)	605	0	0	6	20.0	+1.13	** 3.01	10.4%
	M_3	30(系)		9	30.0	11	36.7	-1.30		
合 计	M_2	62(系)	1229	5	8.1	20	32.3	+1.37	** 3.28	8.7%
	M_3	62(株)		16	25.8	24	38.7	-0.68		

注: 中子剂量 $>6.62 \times 10^{11}$ 因残存株和入选株太少, 未作统计。“***”: 差异极显著, “ Δ ” 机率为 0.10—0.05。中子处理“早三粒”和“铁丰 18”品种, 由北京师范大学同步静电加速器处理。

总的看来, 中子辐照大豆的 M_2 与 M_3 代, 成熟期变化的规律与 γ -射线辐照的相仿。 M_2 能出现早熟突变体, 但偏向晚于对照或与对照同时成熟, M_3 的早熟分离机率大平均成熟期显著的早于 M_2 , M_2 单株与 M_3 品系间的遗传力很低。

为什么大豆种子经 γ -射线或中子辐照后引起成熟期的改变, 有许多植株要在 M_3 才能表现出来, 这是一个问题, 目前还没有科学的理论来加以说明。我们根据田间的植株表现, 认为 γ -射线或中子处理后大豆的辐射损伤在 M_2 还有所表现, 如残存的半不孕株就是一个例证, 部分植株成熟期的推迟, 株高较矮, 我们认为也是残存于 M_2 中辐射损伤的一种表现。

③ 化学诱变剂 EMS 处理的后代

EMS (甲基磺酸乙酯) 是一种诱变效果比较好的诱变剂, 也比较普遍的用于大豆诱变育种工作中。从 1977 年开始, 用“早三粒”、“丰铁 18”“辽农二号”和“75—5050”

四个品种为材料,以浓度 0.2%,0.3%、0.4% 的 EMS 溶液浸泡大豆种子。具体方法是,将大豆种子先用冷水泡四小时,再在室温中(15—16℃)换以规定浓度的 EMS 的磷酸缓冲液, pH=7.0,浸泡 4 小时,溶液量以完全浸没大豆种子为宜,以后用流水冲洗 12 小时,即立播种,每个处理用单株种子 200 粒。对诱变后代按育种要求种植和选择。

表 4 EMS 处理大豆后 M₂ 与 M₃ 成熟期的变异

处 理 浓 度	世 代	入选总数	比 对 照 早 熟		比 对 照 晚 熟		平均早 (晚) 天 数	t 值	M ₂ 单株与 M ₃ 品系间广义遗传力
			品系数	占 %	品系数	占 %			
0.2%	M ₂	35(株)	18	51.4	2	5.7	-2.34	△	75.2%
	M ₃	35(系)	20	57.1	6	17.2	-0.80		
0.3%	M ₂	84(株)	37	44.0	26	31.0	-1.39	**	51.2%
	M ₃	84(系)	15	17.9	32	38.1	+1.82		
0.4%	M ₂	16(株)	9	56.3	5	31.2	-0.13	☆	75.8%
	M ₃	16(系)	0	0	11	68.7	+1.75		
合 计	M ₂	135(株)	64	47.4	33	24.5	-1.49	**	58.6%
	M ₃	135(系)	35	25.9	49	36.3	+1.13		

注: ① 处理品种有“农二号”早三粒、铁丰 18, 75-5050

② 成熟期与对照相同的品系数未列入

③ ** 机率<0.01, △机率为 0.2—0.1, ☆机率为 0.4—0.2

EMS 处理大豆种子后的当代,植株的表现与辐射当代差不多,部分植株表现生育期延迟,有的植株孕性较低,M₂产生性状分离。在成熟期方面如表 4 所摘录的那样,早熟突变比较明显,与γ-射线和中子处理后的 M₂正好相反,早熟突变占入选总数的 40—50%,只有 1/4 左右入选植株是晚熟的。M₂代入选品系平均成熟期早于对照 1—2 天。M₂成熟期突变的遗传力比较高,达 50—70% 以上,成熟期突变能遗传给后代。所以,M₂是成熟期选择的主要世代。在多数情况下,M₃很少有新的成熟期突变发生,而是积累和稳定已发生的突变。

二、百粒重突变的遗传

百粒重是受微效多基因控制的数量性状,通过射线辐射,产生籽粒大小的变异,但是突变机率高低和后代的遗传规律均需要研究。1977 年和 1979 年我们总结了γ-射线辐照后大豆百粒重变异的规律,这次我们又整理了中子和 EMS 处理大豆百粒重的变异,综述如下:

1. 中子辐照和 EMS 处理

中子辐照当代(M₁)产生部分半不孕的植株,由于这些植株结荚少,所以籽实的百粒重偏大。随着剂量的增加,半不孕株增多,M₁的平均百粒重也明显的增加。

表 5

中子和 EMS 诱变后代百粒重的遗传

诱变剂种 类及剂量	M ₁ 植株 类型	世 代	入 选 总 数	重于对照		轻于对照		平均比 对 照 宽	变异幅度	与对照比	世代间遗传力		M ₁ -M ₃ 都是大粒		M ₂ -M ₃ 都是大粒	
				系数	占%	系数	占%				M ₁ -M ₂	M ₂ -M ₃	系数	占%	系数	占%
中 子 1.27— 6.62× 10 ¹¹	孕性 M ₁	101(株)	55	54.5	45	44.6	+2.90	16.2— 41.7	-4.8— +20.7	7.1%	—	—	16	15.8	24	23.8
	正常 M ₂	101(系)	44	43.6	55	54.5	+0.18	22.3— 36.7	-4.5— +9.9							
	株 M ₃	101(系)	51	50.5	48	47.5	-0.11	19.5— 24.2	-2.0— +2.7							
	半不 M ₁	27(株)	24	88.9	3	11.1	+5.16	20.0— 32.0	-1.0— -11.0	25.3%	—	—	14	51.9	15	55.6
	M ₂	27(系)	24	88.9	3	11.1	+6.53	26.7— 37.3	-0.1— +10.5							
	孕株 M ₃	27(系)	18	66.7	9	33.3	+1.70	18.1— 30.3	-3.4— +8.8							
EMS 0.2— 0.3%	孕性 M ₁	100(株)	46	46.0	53	53.0	+0.59	10.7— 22.5	-6.0— +5.8	-15.7%	—	—	4	8.0	11	11.0
	正常 M ₂	100(系)	28	28.0	70	70.0	-0.76	17.8— 29.2	-2.4— +9.0							
	株 M ₃	100(系)	32	32.0	53	53.0	-0.66	12.2— 18.6	-3.9— +2.7							

注：与对照百粒重相同的品系未列入。

由表 5 看出，M₁ 单株百粒重呈非常广泛的分布，从 -4.8 克至 +20.7 克，剂量越高，M₁ 平均百粒重高出对照越多。由半不孕株所造成的百粒重所增加的是不遗传的，至 M₂ 代基本消失，所以 M₁ 与 M₂ 代间百粒重遗传力很低。

EMS 处理后各世代平均百粒重与对照相比，M₁ 略高于对照，M₂ 以后稍低于对照，至 M₃ 基本恢复常态，世代间的遗传力也较低，大粒变异的机率也比较低。

2. ⁶⁰Coγ—射线辐照引起大豆百粒重的变异

γ—射线辐照后代的百粒重变异以 γ—射线 1.8 万伦琴辐照“辽农二号”大豆种子的突变后代为例，在 M₁ 成熟时，每株上各取一个一粒荚或四粒荚或随机摘荚的种子各自混合作试材，以观察 M₁ 种粒大小对后代籽粒变异的关系。

表 6

M₁ 植株上种粒大小与后代百粒重的关系

世代	处 理	株(系)平均百粒 重		变异幅度	变异与对照比较						与 CK 比较的 t 值	M ₂ 与 M ₃ 世代间	
		数	(克)		值	为对 照倍 数	显著超过 系数	占%	显著小于 系数	占%		相关系数	机 率
M ₂	来自一粒荚	9	19.1	14.8—22.5	6.86	13.2	2	22.2	5	55.6	0.938	—0.004	>0.05
	来自四粒荚	9	13.4	17.1—20.5	2.13	4.1	0	0	5	55.6	3.097**	—0.093	0.05
	随 机	7	21.2	18.1—24.2	5.29	10.2	3	42.9	2	28.6	0.901	0.752	0.05
	对 照	5	20.2	19.2—20.9	0.52								
M ₃	来自一粒荚	6	15.7	14.9—16.4	0.26	0.16	0		0		1.394		
	来自四粒荚	7	16.9	16.1—17.8	0.30	0.19	0		0		0.973		
	随 机	6	18.0	15.3—21.7	5.76	3.62	2	33.3	0		1.813		
	对 照	13	16.5	14.4—18.6	1.59								

注：1. “处理”是指 M₁ 世代种子的来源，如“来自一粒荚”是从 M₁ 成熟的植株中，每株上随机选一个一粒荚的种子混合而成。

表6的结果说明,不管 M_1 是大粒或小粒,其 M_2 单株的变量都有明显增加,平均百粒重小于或略高于对照,超亲株占总数的20%,而有48%的单株百粒重显著低于对照。 M_3 百粒重除显著的表型突变外,基本恢复常态,没有出现显著高于或低于对照的株系。这种情况和中子辐照后代是基本一致的。

γ -射线辐照后代百粒重的大突变是在 M_3 代中发现的,在随机摘荚后代中,有二个系的10个植株出现明显的大荚,而且伴随晚熟,它们的籽粒也比对照明显的增大,我们收集了这些单株的种子,并继续观察后代的变异。见表7。

表 7 大粒突变系各世代百粒重的变异参数

突变系名称	M_3				M_4				M_3 品系与 M_4 单株间的相关系数	M_5				M_4 品系与 M_5 单株间的相关系数
	系(株)数	平均百粒重	超对照标准差倍数	变异幅度	系(株)数	平均百粒重	超对照标准差倍数	变异幅度		系(株)数	平均百粒重	超对照标准差倍数	变异幅度	
77—03—混—5	1(3)	21.8	3.2	20.2—23.0	3(156)	22.25	7.7	13.6—28.7	-0.005	32(358)	21.24	4.9	13.8—27.6	0.797
77—03—混—7	1(7)	24.07	5.0	21.4—25.57	3(347)	21.46	6.4	13.9—30.3		60(627)	21.23	4.5	14.1—30.2	
辽农二号(CK)		16.5	1.26			17.0	0.606				14.89	1.07		

1 ① 为对照种标准差 2. ** 差异极显著

在 M_3 , 这10个大粒突变的百粒重都明显增大, 平均百粒重超过5.3—7.47克, 最高的单株百粒重达25.5克, 超过对照54.5%。至 M_4 各大粒突变株又开始疯狂的籽粒大小分离并伴随成熟期分离, 凡是籽粒大的继续晚熟, 百粒重低的成熟期也多恢复正常, 但是突变系的平均百粒重仍极显著的重于对照, 最大百粒重达30.3克比对照增加78.2%, M_3 和 M_4 世代间的百粒重的相关系数是很低的。至 M_5 大粒突变系开始稳定, M_4 品系与 M_5 单株间百粒重的相关系数很高, 很多系的大粒特性保持下来了, 而且有所增进, 突变系的平均百粒重比对照高6.34—6.35克, 变量仍旧超过对照4—5倍, 单株的最大百粒重达30.2克, 超对照102.8%。

三、蛋白质含量突变的遗传

作为植物蛋白的主要来源, 大豆高蛋白育种, 已成为当前全世界大豆育种工作者共同的攻关目标。各种选育途径中, 人工诱发高蛋白突变有可能突破这一点, 创造比较理想的高蛋白基因源。

蛋白质含量分析是由我院综合化验室用31EL型谷物分析仪结合半微量凯氏定氮法测定的。

我们分析了用快中子处理大豆“早三粒”和用EMS处理“辽农二号”的 M_2 和 M_3 世代收获的各品系种子, 并与它们各自的原始品种作对照, 看出如下几点:

1. 中子和 EMS 诱发大豆蛋白质含量变异的频谱

中子和 EMS 两处理大豆籽粒中蛋白质含量的变化都有超亲(超原品种)的表现。中子处理的 M_2 品系, 蛋白质含量变幅为 38.5—45.6%, 对照(即原品种)的蛋白质平均含量为 42.5%, M_3 品系蛋白质含量的变幅为 38.5—45.6%, 对照为 41.4%。EMS 处理的蛋白质含量的变化是 M_2 品系为 37.9—45.6%, 对照的平均含量为 41.4%, M_3 品系和变幅是 36.6—42.7%, 对照为 38.4%。突变系蛋白质含量提高 3—4% 以上, 这是杂交育种通过基因重组所不容易得到的。人工诱变产生的基因突变或微突变, 对累加基因的制的性状有较好的效果。

2. 诱发高蛋白突变的机率

表 8 快中子和 EMS 诱发大豆高蛋白突变的机率

诱变剂 种 类	剂 量	世 代	入 选 总 数	显 著 和 极 显 著 超 对 照								M ₂ 和 M ₃ 都 显 著 超 对 照	
				高于对照		显著超对照		极显著超对照		合 计			
				品系数	占 %	品系数	占 %	品系数	占 %	品系数	占 %	品系数	占 %
中 子	6.62×10 ¹¹	M ₂	15	7	46.7	0	0	1	6.7	1	6.7	0	0
		M ₃		3	20.0	0	0	0	0	0	0		
	4.0×10 ¹¹	M ₂	27	9	33.3	0	0	1	3.7	1	3.7	0	0
		M ₃		7	25.9	2	7.4	0	0	2	7.4		
	1.27×10 ¹¹	M ₂	33	12	36.4	0	0	0	0	0	0	0	0
M ₃			23	69.7	2	6.1	8	24.2	10	30.3			
合 计		M ₂	75	28	37.3	0	0	2	2.7	2	2.7	0	0
		M ₃		33	44.0	4	5.3	8	10.7	12	16.0		
EMS	0.2%	M ₂	30	29	96.7	6	20.0	9	30.0	15	50.0	6	20.0
		M ₃		24	80.0	5	16.7	3	10.0	8	26.7		
	0.3	M ₂	21	9	42.9	3	14.3	0	0	3	14.3	2	9.5
		M ₃		18	85.7	5	23.8	4	19.0	9	42.9		
合 计		M ₂	51	38	74.5	9	17.6	9	17.6	18	35.3	8	15.7
		M ₃		42	82.4	10	19.6	7	13.7	17	33.3		

注: 高于对照指超过对照一倍标准差, 显著超过对照指高出对照二倍标准差, 极显著超过对照指高出对照三倍标准差

从表 8 看出, EMS 处理的 M_2 和 M_3 品系有相当高的蛋白质突变比例。以超过原品种二倍标准差为蛋白质含量作为高蛋白突变的显著性平准, 0.2—0.3% EMS 处理的 M_2 代高蛋白突变系占 35.3%, M_3 占 33.3%, 其中超过原品种二倍标准差以上的突变率 M_2 控 M_3 代仍有 17.6% 和 13.7%, 其中有 15.7% 的品系 M_2 和 M_3 世代的蛋白质含量都超过原品种二倍标准差以上, 所以 EMS 是大豆高蛋白突变比较理想的诱变剂之一。快中子的高蛋白诱变率 M_2 和 M_3 分别为 2.7% 和 6.0%, 没有出现连续两个世代都显著超过对照的高蛋白突变系, 也就是说高蛋白的突变系出现机率比较低。

3. 高蛋白突变的遗传

从性状的遗传参数进行分析, 快中子和 EMS 处理后代的遗传变异系数都超过原品种, 快中子处理的 M_2 和 M_3 分别为对照的 1.8 倍和 3.5 倍, EMS 处理的分别为 2.3 倍和 2.5 倍。各处理的蛋白质的广义遗传力比较高, 从 72.4—92.6%。但是从世代间的亲子遗传力分析看, EMS 处理的 M_2 和 M_3 世代间的遗传力比较高, 达到差异显著或极显

表 9 快中子和 EMS 诱发大豆蛋白质含量变异的遗传参数

诱变剂 种 类	剂 量	世代	平 均 数 $\pm \delta_p$	变 幅	表型 变量	遗传 变量	GCV (%)	遗传力 h^2 (%)	遗传进 度(%)	世代间 遗传力
中 子	CK	1978年	42.5 \pm 0.75	41.9—43.8	0.56		1.76 Δ			
		1979年	41.4 \pm 0.33	41.0—41.9	0.11		0.80 Δ			
	6.62 $\times 10^{11}$	M ₂	42.6 \pm 1.62	40.1—45.6	2.02	2.06	3.37	78.6	6.16	-24.9
		M ₃	40.8 \pm 0.81	38.5—41.7	0.66	0.55	1.99	83.3	3.74	
	4.0 $\times 10^{11}$	M ₂	42.3 \pm 1.43	38.5—45.5	2.03	1.47	2.87	72.4	5.03	-4.1
		M ₃	40.7 \pm 0.95	38.8—42.5	0.93	0.79	2.33	87.8	4.50	
	1.27 $\times 10^{11}$	M ₂	42.0 \pm 1.57	38.3—44.6	2.45	1.89	3.27	77.1	5.92	*
		M ₃	42.0 \pm 1.22	39.5—45.0	1.48	1.37	2.90	92.6	5.75	
	合 计	M ₂	42.3 \pm 1.52	38.5—45.6	2.32	1.76	3.14	75.9	5.63	-16.6
		M ₃	41.4 \pm 1.21	38.5—45.0	1.47	1.36	2.82	92.5	5.59	
EMS	CK	1978年	41.4 \pm 0.64	40.8—42.0	0.41		1.55 Δ			
		1979年	38.4 \pm 0.40	38.1—39.9	0.16		1.04 Δ			
	0.2%	M ₂	43.2 \pm 1.23 ^{**}	40.8—45.6	1.52	1.11	2.85	73.0	5.02	**
		M ₃	39.4 \pm 1.15	36.7—41.8	1.32	1.16	2.73	87.9	5.27	
	0.3%	M ₂	41.3 \pm 1.47 [*]	37.9—43.8	2.17	1.76	3.21	81.1	5.96	*
		M ₃	39.9 \pm 1.24 [*]	36.6—42.7	1.55	1.39	2.95	89.7	5.75	
	合 计	M ₂	42.4 \pm 1.63	37.9—45.6	2.65	2.24	3.53	84.5	6.69	**
		M ₃	39.6 \pm 1.20	36.6—42.7	1.44	1.28	2.86	88.9	5.55	

注: *经 t 测验, LSD=0.05, **LSD=0.01, Δ 为变异系数; δ_p 为标准差; GCV 遗传变异系数。

著平准。也就是说早期世代进行蛋白质含量的分析,可以预测子代的蛋白质含量。中子处理的 M₃ 和 M₂ 世代间遗传力很低,说明根据 M₂ 收获的种子中的蛋白质含量不能预测后代的蛋白含质量,与 EMS 处理不一样。

四、含油量突变的遗传

含油量的分析用索氏提取法,试材和分析单位与分析蛋白质含量的相同,结果如下:

1. 中子和 EMS 诱发大豆种子含油量变异的频谱

中子和 EMS 处理大豆种子后同样能引起油分含量的变异。中子处理的 M₂ 代品系含油量的变化幅度为 19.6—23.5%,极值超过原品种最高值 0.9%,而低值比原品种低 1.9%,M₃ 品系的情况也相似,油分含量朝低油分分布的频谱广,M₂ 品系的含油量的极值超过原品种最高值为 0.6%,最低值比原品种低 2.5%,M₃ 品系则超过 1.5%和低 0.3%。

2. 中子和 EMS 诱发大豆高油分突变的机率

从表10中看出,中子诱发高油分突变的机率,M₂ 品系为 5.3%,M₃ 品系为 2.7%,三

表10

中子和 MES 诱发大豆高含油量的机率

诱变剂 种 类	剂 量	世 代	入 选 总 数	高于对照		显著和极显著超过对照						M ₂ 和M ₃ 都显著超 过对照	
						显著超过对照		极显著超 过对照		合 计			
				品系数	占%	品系数	占%	品系数	占%	品系数	占%	品系数	占%
中 子	6.62×10 ¹¹	M ₂ M ₃	15	5 10	33.3 66.7	0 0	0 0	0 2	0 13.3	0 2	0 13.3	0 0	0
	4.0×10 ¹¹	M ₂ M ₃	27	10 22	37.0 81.5	1 0	3.7 0	0 0	0 0	1 0	3.7 0	0 0	0
	1.27×10 ¹¹	M ₂ M ₃	33	21 6	63.6 18.2	3 0	9.1 0	0 0	0 0	3 0	9.1 0	0 0	0
	合 计	M ₂ M ₃	75	36 38	48.0 50.7	4 0	5.3 0	0 2	0 2.7	4 2	5.3 2.7	0 0	0
EMS	0.2%	M ₂ M ₃	6	2 5	33.3 83.3	0 3	0 50.0	0 1	0 16.7	0 4	0 66.7	0 0	0
	0.3%	M ₂ M ₃	18	0 7	0 38.9	0 0	0 0	1 4	5.6 22.2	1 4	5.6 22.2	1 1	5.6
	合 计	M ₂ M ₃	24	2 12	8.3 50.0	0 3	0 12.5	1 5	4.2 20.8	1 8	4.2 33.3	1 1	4.2

表11

中子和 MES 诱发大豆含油量突变的遗传参数

剂 量	世 代	平均数±δp	变 幅	表 型 变 量	遗 传 变 量	GCV (%)	h ² (%)	GS (%)	世代间 遗传力
1. 中 子									
对 照	1978年 1979年	22.0±0.43 21.4±0.34	21.5—22.6 21.0—21.8	0.19 0.12		1.95△ 1.59△			
6.62×10 ¹¹	M ₂ M ₃	21.8±0.61 21.8±0.56	20.5—22.6 20.9—22.9	0.37 0.31	0.18 0.19	1.95 2.55	48.7 61.3	2.80 4.11	—20.9
4.0×10 ¹¹	M ₂ M ₃	21.7±0.93 21.7±0.31	19.6—23.3 21.1—22.3	0.86 0.10	0.67 —0.02	4.27 —0.09	77.9 —20.0	7.76 —0.83	27.3
1.27×10 ¹¹	M ₂ M ₃	22.2±0.76 21.1±0.44	21.2—23.5 20.0—22.2	0.58 0.19	0.39 0.07	3.43 1.25	67.2 36.8	5.79 1.56	33.1
合 计	M ₂ M ₃	21.9±0.83 21.5±0.51	19.6—23.5 20.0—22.9	0.69 0.26	0.50 0.14	3.23 1.74	72.5 53.9	5.66 2.63	—17.4
2. EMS									
对 照	1978年 1979年	21.1±0.21 20.0±0.27	21.0—21.4 19.6—20.2	0.04 0.07		1.00△ 1.35△			
0.2%	M ₂ M ₃	20.6±0.84 20.5±0.60	19.3—21.3 19.3—20.9	0.70 0.36	0.66 0.29	3.94 2.63	94.3 80.6	7.88 4.86	63.6
0.3%	M ₂ M ₃	19.9±0.87* 20.3±0.82	18.5—22.0 19.3—22.7	0.76 0.68	0.72 0.61	4.26 3.85	94.7 89.7	8.54 7.51	53.2*
合 计	M ₂ M ₃	20.1±0.89 20.4±0.77	18.5—22.0 19.3—22.7	0.79 0.59	0.75 0.52	4.31 3.53	94.9 88.1	8.65 6.83	53.7*

注: * 经 t 测验, 差异显著, δP 标准差, GCV 遗传变异系数, △ 变异系数, h² 遗传力, GS 遗传进度。

种剂量都能出现高油分突变。但总的来看,超过原品种二倍标准差的品系很少,特别是 M_2 和 M_3 都超过原品种二倍标准差(即差异显著)的品系却一个也没有。可见高油分的突变机率较低。EMS 诱发高油分突变的机率, M_2 品系收获的种子含油量超过原品种二倍标准差的为 4.2%, M_3 为 33.3%, M_2 和 M_3 世代都超过原品种二倍标准差的品系占 4.2%, 与高蛋白突变机率相比较, 高油分的突变机率也比较低, 但比中子诱发的机率略高一些。

3. 油分变异的遗传

含油量突变的遗传规律与蛋白质突变的遗传规律相似。但中子不同处理间的遗传变异系数不稳定, 性状的遗传力也不稳定, M_2 和 M_3 间遗传力也不稳定, 说明中子处理的 M_2 品系收获的种子预测后代含油量高低的可靠性较差, 遗传进度也比较低。EMS 处理的含油量的遗传力比较高, M_2 和 M_3 世代间的遗传力也比较高, 达到或接近显著平准, 若亲代的选择指数为 5% 时, 则予期子代含油量的遗传进度约为 6.8—8.7%。

五、结 语

1. 大豆人工诱变后成熟期的变异和遗传特点是: 用 γ -射线和快中子处理的 M_1 代成熟期不遗传, M_2 能产生早熟变异而且能遗传。但整个诱变群体的成熟期倾向晚熟。 M_3 分离出比 M_2 更多的早熟突变来, 而且遗传力显著提高。所以 M_2 早熟突变要选, 但成熟期的选择重点应放在 M_3 , EMS 处理的成熟期选择重点放在 M_2 。

2. 大豆百粒重的突变和遗传特点是: M_1 百粒重的高低不遗传, M_2 有广泛的分布频率, 由于仍存在着半不孕等辐射损伤效应, 因此遗传力较低, 至 M_3 基本恢复常态。百粒重的表型大突变出现于 M_3 , 突变出现后的第二代有疯狂的性状分离, 从突变第三代以后开始稳定, 最高的单株百粒重可以超过对照一倍。

3. EMS 是诱发大豆高蛋白突变的较好的诱变剂, 高蛋白突变机率在三分之一左右, 蛋白质含量在 M_2 与 M_3 世代间呈显著或极显著的正相关, 遗传力较高, M_2 收获的品系作蛋白质含量分析可以预测以后世代品系的蛋白质的含量。

4. 中子和 EMS 诱发大豆高油分的机率比诱发高蛋白的要低, 中子处理后 M_2 和 M_3 代高油分突变率为 5.3% 和 2.7%。EMS 为 4.2% 和 33.3%。连续世代高油突变的机率为 4.2%。同样, EMS 处理的 M_2 就可以预测后代的含油量高低, 而中子处理的 M_2 品系含油量稳定性较差。

参 考 文 献

1. 李开明: 大豆人工诱变对提早熟期的探讨“吉林农业科学”1979年第三期, 第23—33页。
2. 王义谅、袁洪伟、李德福: 大豆杂种辐射后代几个性状的变异, 相关与遗传。“辽宁农业科学”1979年第二期, 第4—13页。
3. 辽宁省农科院农业物理所: 大豆辐射育种早期世代突变选择的几个问题“辐射育种参考资料”1977年第4期, 第1—19页。

ARTIFICIAL MUTATION AND THE INHERITANCE OF SOYBEAN CHARACTERS

Wang Yi-liang Yuan Hong-wei

(*Liaoning Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

Treating seeds of soybean varieties and lines (*Glycine max* (L.) Merrill) with γ -ray, fast neutron and EMS caused some variation in soybean characters. These variations are heritable and thus enrich the gene pool from which new varieties can be developed. Phenotypic mutations of maturity were found in M_3 as well as M_2 . The probability of early maturing mutations was less than 1% in M_2 while more than 40—50% in selected lines of M_3 with a heritability of 72.8%. For most lines the mutation of maturity began to become stable in M_1 . EMS induced early maturing mutations were mostly found in M_2 . Hundred seed weight (g/100 seeds) varied widely in M_1 and M_2 , and its heritability was quite low. Their average seed weight was back to normal in M_3 . In the progenies of γ -ray treated seeds most of the large seed mutations were found in M_3 and often accompanied with late-maturing and large pod, with relatively high heritability. The largest seed size in plant exceeded double of their parents while very few progenies of EMS treated seeds exceeded their parents. Both γ -ray and fast neutron can induce high protein and high oil mutation. Variance of M_2 and M_3 exceeded their parents by a factor of 2-12. The probability was highest (up to 33%) in EMS treated seeds and the correlation between M_2 individuals and M_3 lines was very high and the genetic advance was about 5 to 8% in their progenies. It is concluded that selection in early generations is effective.