

研究论文

Research Article

秋水仙素诱导的小豆性状变异

吴宝美[✉], 刘红霞[✉], 赵波[✉], 佟星[✉], 赵清穆[✉], 万平[✉]

北京农学院植物科学技术系, 北京, 102206

✉ 通讯作者: pingwan3@yahoo.com.cn; ✉ 作者

豆科基因组学与遗传学, 2010 年, 第 1 卷, 第 3 篇 DOI: 10.5376/lgg.cn.2010.01.0003

收稿日期: 2010 年 09 月 30 日

接受日期: 2010 年 10 月 28 日

发表日期: 2010 年 11 月 20 日

本文首次发表在《分子植物育种》印刷版上。现经版权所有人授权, 采用《Creative Commons Attribution License》在《豆科基因组学与遗传学》中文网络版上再次发表与传播。只要对本原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。

建议的引用格式如下:

Wu et al., 2009, Colchicine-Induced Trait Variations in Azuki Bean (*Vigna angularis*), Fenzi Zhiwu Yuzhong (Molecular Plant Breeding), 7(6): 1169-1175 (doi: 10.3969/mpb.007.001169) (吴宝美等, 2009, 秋水仙素诱导的小豆性状变异, 分子植物育种, 7(6): 1169-1175 (doi: 10.3969/mpb.007.001169))

摘要 本研究用 0.2% 和 0.4% 的秋水仙素溶液浸泡小豆京农 6 号种子 12 h, M₁ 成株率分别为 26.7% 和 3.5%, 变异率为 1.24% 和 1.59%, 结果表明处理浓度越大, 成株率越小、变异率越大。0.2% 秋水仙素处理 12 h 为较佳处理, 但 0.4% 处理的变异类型相对丰富。M₂ 代与对照相比, 单株粒数在 5% 水平上达到显著差异, 百粒重在 1% 水平达到极显著差异; M₃ 代百粒重与对照相比在 1% 水平达到极显著差异, 诱变后代中筛选出了 3 个高产优良株系。在 M₃ 代共筛选到 263 个叶色、叶形、蔓生、多分枝、黑荚、米黄粒、浅红和深红粒色、大粒及早晚熟等性状变异突变体。叶形有剑叶、小密叶和肾叶突变类型; 叶色有深绿、浅绿、黄化和黄斑叶变异类型。早熟和晚熟变异株分别比对照早熟 10~15 d 晚熟 7~10 d。M₄ 代蔓生、黄白粒和高秆突变体性状能够稳定遗传; 肾叶、小蜜叶、剑叶和黑荚突变体性状基本能够稳定遗传; 部分 M₃ 表现上部剑叶的变异株 M₄ 代出现剑叶、卵圆叶和肾叶分离。

关键词 小豆; 秋水仙素; 诱变; 突变体

Colchicine-Induced Trait Variations in Azuki Bean (*Vigna angularis*)

Baomei Wu[✉], Hongxia Liu[✉], Bo Zhao[✉], Xing Tong[✉], Qingmu Zhao[✉], Ping Wan[✉]

Beijing University of Agriculture, College of Plant Science and Technology, Beijing, 102206

✉ Corresponding author, pingwan3@yahoo.com.cn; ✉ Authors

This paper was first published in Molecular Plant Breeding, which redistributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#).

Abstract Seeds of Jinnong 6 variety of azuki bean were soaked in 0.2% and 0.4% concentration of colchicines for 12 hours, respectively. The plant survival rates in M₁ generation were 26.7% and 3.5%, and the variation rates were 1.24% and 1.59%, by which it was demonstrated that the higher the concentrations of colchicines, the lower the plant survival rate, and the greater the variation frequency. The treatment of the 0.2% concentration of colchicines for 12 hours was optimal for the mutation of azuki bean, while more variation types were generated in the treatment of the 0.4% concentration. Compared with the control group, average number of seed per plant and 100-seed weight of between control and M₂ generation with colchicine treatment showed significant difference at 5% and 1% levels, respectively; 100-seed weight of M₃ generation had significant difference at 1% level. Three excellent lines with dominantly higher yield were gained. 263 mutants of leaf color, leaf shape, stem twining, more branch number, black pod, yellow-white seed, light red and deep seed color, large seed and late maturing in M₃ generation were obtained. The variations of leaf shape involved sword, small heart-shaped leaf and kidney leaves. The variations of leaf color included dark green, light green, yellowing and yellow spot. Early-maturing mutants were earlier from 10 to 15 days and late-maturing mutants were later from 7 to 10 days than the control. The traits of sprawl, yellow-white seed and higher plant mutant can be steadily inherited in M₄. The traits of kidney leaf, small heart-shape and sword leaf mutants are mostly inherited, Some mutants of glave kidney leaf in M₃ separated sword, kidney and heart-shape leaves in M₄.

Keywords Azuki Bean (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi); Colchicine; Inducing-mutation; Mutant

诱变育种就是人为地利用物理和化学等因素, 诱发 作物产生变异, 通过对突变体的选择和鉴定, 培育



优良品种直接运用于生产, 或培育新的种质资源来改良已有的品种(张秋英等, 1996)。突变是遗传变异的根本来源, 对遗传、育种和进化都具有重要意义。秋水仙素是良好的多倍体诱导剂, 多用来进行染色体加倍。秋水仙素可以诱导细胞染色体的加倍, 并可诱发生物性状的遗传变异(Tiwari and Khanorkar, 1984; 刘泽等, 2006)。

小豆属于豆科(*Leguminosae*), 蝶形花亚科(*Papilionaceae*), 菜豆族(*Phaseoleae*)豇豆属(*Vigna*)中的一个栽培种, 是中国古老的栽培作物之一。小豆种子营养丰富, 高蛋白、低脂肪, 并具药用价值, 是中国传统出口创汇和药食兼用的食用豆类作物(余跃辉, 2005)。近几年, 发现其在禾本科和蔬菜中具有诱发等位基因突变, 产生早熟、多花、大叶、多分蘖和多叶绿体的变异材料(蔡国海等, 1992; 张秋英等, 1996; 2000; Caroline et al., 2003; 汪剑鸣, 2008), 但在豆科植物中用秋水仙素诱发变异的报道较少。本文通过秋水仙素处理获得了一批性状变异材料, 同时筛选出具有优良性状变异的植株, 为小豆基因定位与克隆、功能基因组研究、种质资源创新及诱变育种提供了有价值的基础材料。

1 结果与分析

1.1 不同浓度秋水仙素诱变对小豆农艺性状的影响

秋水仙素诱变小豆 M_1 在出苗率、成株率方面较对照有明显降低, 相对出苗率和相对成株率都低于50%。秋水仙素处理的最大变化为 M_1 株高较对照明显降低, 在各代产量构成因素方面, 处理较对照有所增加。两种不同浓度秋水仙素处理小豆 M_1 代出苗率、成株率及变异率有较大差异, 处理浓度越大, 出苗率和成株率越小, 变异率越大, 这可能是

因为高浓度对种子的伤害程度较大(表 1)。

诱变 M_1 代株高表现为处理浓度越大, 株高越矮, 综合主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、单株产量和百粒重等农艺性状表现及与对照差异显著性比较分析, 以 0.2%秋水仙素处理效果最佳(表 2)。

对获得的变异材料的 M_2 和 M_3 代的农艺性状进行考察, 株高与对照趋于相同(表 3; 表 4)。但在单株荚数、单株粒数、单株产量、百粒重方面, 处理明显优于对照。表 3 表明, 秋水仙素处理 M_2 代与对照相比, 单株粒数在 5%水平上达到显著差异, 百粒重在 1%水平达到极显著差异。在处理间, 除百粒重达到显著性差异以外, 其它项目差异不大。0.2%处理的单株粒数较小, 但单株产量较 0.4%处理增加 33.98%、百粒重增加 10.75%, 所以, 0.2%秋水仙素处理为最佳处理浓度。表 4 的显著性分析表明, 秋水仙素诱变 M_3 代与对照的株高、主茎分枝数、单株荚数均没有显著性差异, 而主茎节数、荚宽、百粒重在 1%水平达到极显著差异。在处理间, 0.2%处理的主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、单株粒数、单株产量、百粒重均比 0.4%处理高, 同时综合考虑两种处理间株高的差异, 得出 0.2%秋水仙素处理为最佳处理浓度。

1.2 不同浓度秋水仙素诱变小豆 M_3 突变体类型

秋水仙素处理在诱变 M_1 代中植株学性状出现了变异, 这些变异分布在叶部性状、植株性状、豆荚性状、籽粒性状等方面, 如浅绿叶、剑叶、肾叶、高秆、粗茎、黑荚、暗红粒和大粒类型等。不同浓度秋水仙素处理所得 M_3 突变体类型有一定差异, 出现了浅绿叶突变体、剑叶突变体、上部剑叶下部肾

表 1 不同浓度秋水仙素诱变小豆 M_1 代的出苗率、成株率及变异率

Table 1 Percentage of plants and mutants of M_1 treated by different concentrations of colchicine

处理(12h)	M_1 出苗率(%)	M_1 成株率(%)	M_1 变异(%)
Treatment (12h)	M_1 Seedling rate (%)	M_1 plant survival rate (%)	M_1 mutant frequency (%)
0.4% 秋水仙素	6.00cC	3.50cC	1.59aA
0.4% concentrations of colchicines			
0.2% 秋水仙素	30.80bB	26.70bB	1.24bB
0.2% concentrations of colchicines			
对照	92.00aA	89.00aA	0.00cC
Control			

注: 不同小写字母表示在5%水平上有显著差异; 不同大写字母表示在1%水平上有极显著差异

Note: Different lowercases indicate significant ($p < 0.05$), and with different capital letters are extra significantly different ($p < 0.01$)

表 2 不同浓度秋水仙素诱变 M₁ 代农艺性状平均表现

Table 2 The Agronomic traits of M₁ by different concentrations of colchicines

处理(12h)	0.4% 秋水仙素	0.2% 秋水仙素	对照
Treatment (12h)	0.4% concentrations of colchicines	0.2% concentrations of colchicines	Ck
株高(cm)	28.77bA	35.80abA	43.93aA
Plant height (cm)			
主茎节数	8.13bAB	11.06aA	7.40bB
No.of nodes on main stem			
有效分枝始节	0.53aA	1.44aA	1.70aA
Starting node of effective branch			
主茎分枝数	1.04bA	3.47aA	2.27abA
Branch number			
荚长(cm)	6.04bA	6.25abA	7.07aA
Pod length (cm)			
荚宽(cm)	0.50bA	0.53abA	0.55aA
Pod width (cm)			
单株荚数(个)	5.12bB	13.14aA	7.27bB
No of pods per plant			
单株粒数(粒)	15.81bB	32.10aA	27.47bB
Seeds per plant			
单株产量(g)	7.29bB	7.61aA	6.85cC
Yield per plant (g)			
百粒重(g)	10.86cC	12.72aA	11.33bB
100-seed weight (g)			

注: 不同小写字母表示在5%水平上有显著差异; 不同大写字母表示在1%水平上有极显著差异

Note: Different lowercases indicate significant (p<0.05), and with different capital letters are extra significantly different (p<0.01)

表 3 不同浓度秋水仙素诱变 M₂ 农艺性状平均表现

Table 3 The Agronomic traits of M₂ by different concentrations of colchicines

处理(12h)	0.4% 秋水仙素	0.2% 秋水仙素	对照
Treatment (12h)	0.4% concentrations of colchicines	0.2% concentrations of colchicines	Ck
株高(cm)	21.53aA	22.67aA	20.97aA
Plant height (cm)			
主茎节数	11.39abA	12.56aA	10.74bA
No.of nodes on main stem			
有效分枝始节	0.69aA	0.52aA	0.60aA
Starting node of effective branch			
主茎分枝数	0.23aA	0.16aA	0.19aA
Branch number			
荚长(cm)	5.74aA	5.79aA	5.34aA
Pod length (cm)			
荚宽(cm)	0.59aA	0.61aA	0.57aA
Pod width (cm)			
单株荚数(个)	4.38aA	4.35aA	2.08aA
No of pods per plant			
单株粒数(粒)	17.05aA	15.02aA	6.19bA
Seeds per plant			
单株产量(g)	2.06abA	2.76aA	0.56bA
Yield per plant (g)			
百粒重(g)	12.46bA	13.80aA	9.36cB
100-seed weight (g)			

注: 不同小写字母表示在5%水平上有显著差异; 不同大写字母表示在1%水平上有极显著差异

Note: Different lowercases indicate significant (p<0.05), and with different capital letters are extra significantly different (p<0.01)

表 4 不同浓度秋水仙素诱变 M₃ 艺性状平均表现

Table 4 The Agronomic traits of M₃ by different concentrations of colchicines

处理(12h)	0.4% 秋水仙素	0.2% 秋水仙素	对照
Treatment (12h)	0.4% concentrations of colchicines	0.2% concentrations of colchicines	Ck
株高(cm)	43.80aA	41.90aA	40.70aA
Plant hight (cm)			
主茎节数	17.23aA	17.89aA	8.80bB
No.of nodes on main stem			
有效分枝始节	1.65aA	1.59aA	0.93bA
Starting node of effective branch			
主茎分枝数	1.45aA	1.58aA	2.27aA
Branch number			
荚长(cm)	7.47aA	7.38aA	6.80bA
Pod length (cm)			
荚宽(cm)	0.70aA	0.68aA	0.58bB
Pod width (cm)			
单株荚数(个)	19.69aA	21.75aA	11.09bA
No of pods per plant			
单株粒数(粒)	79.49aA	91.60aAB	41.12bB
Seeds per plant			
单株产量(g)	14.36aA	16.35aA	6.81aA
Yield per plant (g)			
百粒重(g)	18.20aA	19.84aA	10.92bB
100-seed weight (g)			

叶突变体、高秆突变体、少分枝突变体、粗茎突变体、黑荚突变体、暗红粒色突变体及大粒突变体等 0.4% 处理独有的突变类型(表 5)。

1.2.1 小豆 M₃ 叶部性状变异

京农 6 号的叶片为卵圆形, 在 0.4% 秋水仙素处理叶型突变频率为 12.92%, 出现了 19 株剑叶突变类型、10 株小密叶突变类型和 12 株肾叶突变类型(图 1), 同时出现了 7 株为上部剑叶下部肾叶; 0.2% 秋水仙素处理群体中共出现了 17 株肾叶突变类型、6 株小密叶突变类型, 叶型突变频率为 2.40%。

在 0.4% 秋水仙素处理群体中出现 9 株深绿叶突变类型、8 株浅绿叶突变类型、3 株黄花叶突变类型和 4 株黄斑叶突变株, 叶色突变频率为 2.40%。0.2% 秋水仙素处理 M₃ 群体中共有 2 株深绿叶突变株、2 株黄花叶突变株和 1 株黄斑叶突变株(图 2), 叶色突变频率为 0.50%。

1.2.2 小豆 M₃ 植株性状变异

秋水仙素处理群体中出现蔓生变异株, 其产量构成因素和对照没有明显差别; 并且在 0.4% 秋水仙素处

理群体中出现了株型紧凑、直立、粗壮变异株。京农 6 号株高一般为 40~60 cm, 平均株高为 42.51 cm, 而在 0.4% 秋水仙素处理的群体中发现了 10 株株高在 70~87 cm 的高秆突变体(图 3), 其平均株高为 78.05 cm, 比对照增加 83.6%。

秋水仙素处理后植株分枝数发生了显著变异, 出现了多分枝、寡分枝变异株, 对照京农 6 号分枝数一般为 3~4 个, 而在诱变群体中出现了 3 株分枝数为 8 的多分枝突变株, 同时在诱变群体中出现了 7 株分枝数为 1 的寡分枝突变株。其中寡分枝突变株都是 0.4% 秋水仙素处理所得。

1.2.3 荚色和籽粒性状突变

京农 6 号为白荚, 但在 0.4% 秋水仙素处理的群体中出现了 15 株黑荚突变体(图 4), 突变率为 1.5%。对照京农 6 号为深红粒, 在处理群体中出现了暗红色粒和浅红色粒突变类型, 采用色彩色差仪测得不同粒色突变株的平均 L*、b* 和 a* 值(表 6)。并且荚色与粒色密切相关, 粒色较深的突变株多为黑荚突变株(图 5), 且全部的暗红粒突变株均由 0.4% 秋水仙素处理所得(图 6)。

表 5 秋水仙素处理小豆京农 6 号 M₃ 突变体类型
Table 5 The variation types of M₃ induced by colchicines in Jingnong6 of Azuki Bean

变异类型 Type of variation	0.4% 秋水仙素(12h) 0.4% colchicines (12h)		0.2% 秋水仙素(12h) 0.2% colchicines (12h)	
	突变体株数(个) No.of mutants	突变频率 (%) frequency of mutants	突变体株数(个) No.of mutants	突变频率(%) frequency of mutants (%)
深绿叶 Deep-green leaf	9	0.90	2	0.20
浅绿叶 Light-green leaf	8	0.80	0	0.00
新叶黄化 New leaf yellowing	3	0.30	2	0.20
黄斑叶 Yellow spot leaf	4	0.40	1	0.10
剑叶 Sword leaf	19	1.90	0	0.00
肾叶 Kidney leaf	10	1.00	17	1.70
小密叶 Small heart-shape leaf	12	1.20	6	0.60
上部剑叶下部肾叶 Glave kidney leaf	7	0.70	0	0.00
高秆 Higher plants	10	1.00	0	0.00
紧凑型 Tight type	5	0.50	1	0.10
多分枝 Excessive branches	2	0.20	1	0.10
少分枝 Few branches	7	0.70	0	0.00
粗茎 Thick stalk	2	0.20	0	0.00
有限结荚 Definite growth	34	3.40	25	2.50
蔓生 Sprawl mutant	2	0.20	1	0.10
黑荚 Black pod	15	1.50	0	0.00
多荚 Plenty pods	8	0.80	2	0.20
黄白粒 Yellow-white seed	1	0.10	0	0.00
浅红粒 Light red seed	5	0.50	12	1.20
暗红粒 Dark red seed	10	1.00	0	0.00
大粒 Big seed	3	0.30	0	0.00
晚熟 Late maturing	8	0.80	1	0.10
早熟 Early maturing	6	0.60	3	0.30
总计 Total	190	18.90	74	7.40

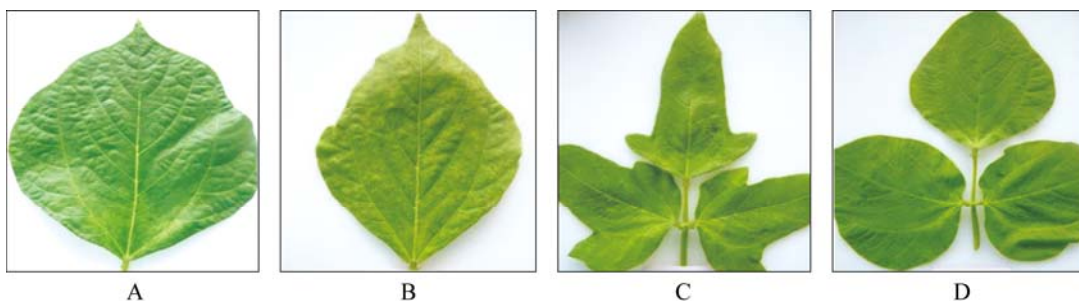


图 1 小豆 M_3 的叶型突变类型

注: A: JN6CK; B: 肾叶; C: 剑叶; D: 小密叶

Figure 1 Leaf shape mutant in bean M_3

Note: A: JN6CK; B: Kidney leaf; C: Sword leaf; D: Small dense leaf

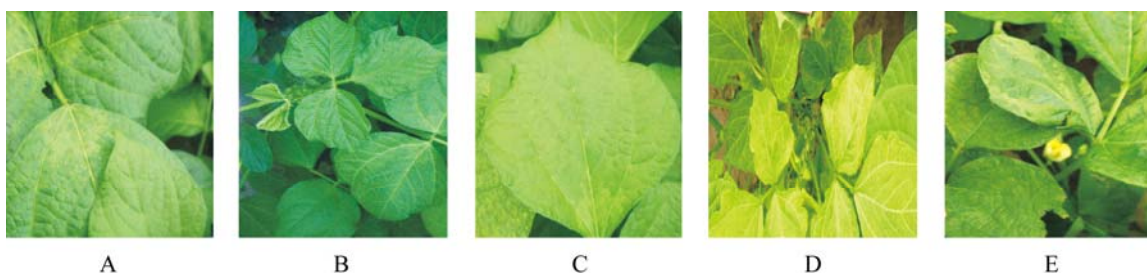


图 2 小豆 M_3 的叶色突变类型

注: A: JN6CK; B: 深绿叶; C: 浅绿叶; D: 黄花叶; E: 黄斑叶

Figure 2 Leaf color mutant in bean M_3

Note: A: JN6CK; B: Deep-green leaf; C: Light-green leaf; D: Etiolated leaf; E: Yellow spot leaf



图 3 小豆 M_3 的株高突变体

注: A: JN6 CK; B: 高秆突变

Figure 3 Plant height mutant in bean M_3

Note: A: JN6 Control; B: higher plant

1.3 生育期变异

京农 6 生育期为 90~95 d, 在诱变群体中共发现 9

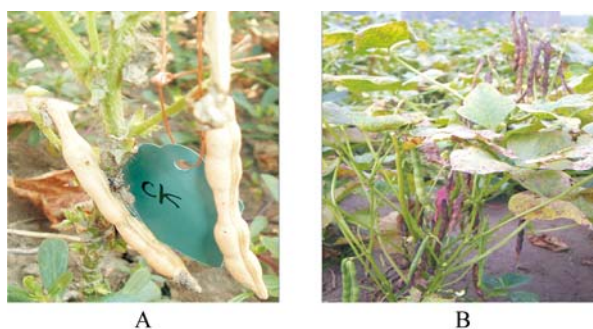


图 4 小豆 M_3 的荚色突变体

注: A: JN6CK; B: 黑荚

Figure 4 Pod color mutant of in bean M_3

Note: A: JN6 CK; B: Black pod

株早熟突变株, 较对照早熟 10~15 d。8 株晚熟突变体, 较对照晚熟 7~10 d。

1.4 M_4 性状稳定性分析

对诱变后代突变体性状进行连续的跟踪观察, 鉴定其稳定性(表 7)。分析了 208 个突变株系性状的稳定性, 涉及叶形、叶色、株形、株高、结荚习性、成

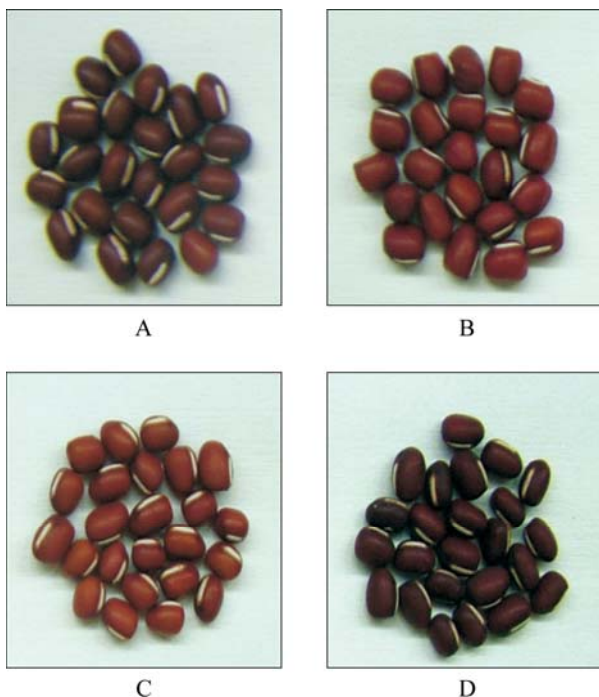


图 5 小豆 M₃ 的粒色突变体
注: A: JN6CK; B, C: 浅红粒; D: 暗红粒; E: 黄白粒
Figure 5 Seed color mutant in bean M₃
Note: A: JN6CK; B, C: Light red seeds; D: Dark red seeds; E: Yellow-white seed

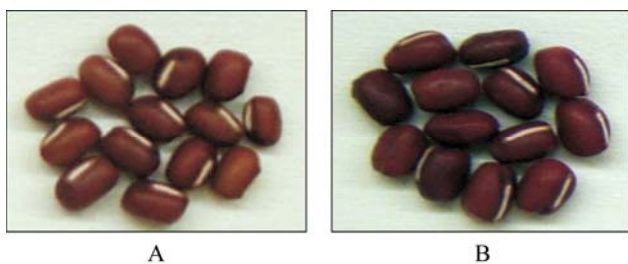


图 6 小豆 M₃ 的粒形突变体
注: A: JN6CK; B: 大粒
Figure 6 Seed shape mutant of in bean M₃
Note: A: JN6CK; B: Big seed

表 6 不同粒色突变体的 L*, a*, b* 值
Table 6 L*, a* and b* of seed colour mutant

粒色 Seed colour	L*	a*	b*
暗红粒 Dark red seeds	19.75	13.16	4.34
浅红粒 Light red seeds	24.92	17.54	8.23
JN6 对照组 JN6 Control	22.54	15.72	6.44

熟特性、荚色和粒色等 17 种突变体类型, 获得 142 个可稳定遗传的株系。其中高秆、蔓生和黄白粒突变体后代株系可完全稳定遗传; 肾叶、小蜜叶、黑荚和剑叶突变体性状基本能够稳定遗传; 而新叶黄化、上部剑叶变异株性状分离的株系较多, 遗传稳定比率相对较低, 部分 M₃ 表现上部剑叶的植株 M₄ 代出现剑叶、卵圆叶和肾叶分离。

2 讨论

化学诱变具有设备简单、操作方便等优点, 据有些资料分析, 化学诱变剂作用于基因, 具有明显的座位特异性, 其诱变效果与诱变剂的种类关系密切。以往, 人们在化学诱变育种上常用的诱变剂有甲基磺酸乙酯(EMS), 硫酸二乙酯(DES), 叠氮化合物等。但实践证明, 这些诱变剂对植物虽有较强的诱变效应(如叶色改变、诱发白化苗等), 但对有价值性状(如早熟性、抗病性、丰产性等)的诱变效果较差(包括遗传传递力差)。前人的研究认为, 化学诱变频率受处理时间(作物不同的生长发育时期)和方法的影响很大。濮绍京等(2005)探讨了秋水仙碱诱变小豆的适宜浓度及处理时间, 得出处理浓度对 M₁ 世代出苗和成株率的直接影响明显大于处理时间。杨茂成等(1997)将萌发了 4 d 的野生大豆种子经秋水仙素处理 3 d 以后, 根尖分生区细胞的超微结构发生了一些显著变化, 这些细胞已具备了分化细胞的特征, 而不再入于有丝分裂之中。蔡国海等(1992)在水稻、小麦和大麦上获得的多种类型有价值变异表明, 秋水仙素是一种有效的化学诱变剂。

本研究采用 0.2% 和 0.4% 秋水仙素处理小豆干种子 12 h, 获得了丰富的变异类型, 初步选得到了株高、株型、叶色、叶形、荚色、粒色和成熟特性等完全不同的突变体 263 株, 但未获得加倍材料。王凤宝等(2009)用 0.05% 秋水仙素和 2% DMSO 混合水溶液间歇处理宝峰 2 号豌豆种子 48 h, 对处理的豌豆后代进行形态学和细胞学观察比较, 发现了可育的同源四倍体。该同源四倍体与其二倍体在植株形态上的显著差异表现在: 植株高大, 茎和卷须变粗, 单株总叶面积变大, 叶色更绿, 开花期延迟, 花粉粒和花粉母细胞变大, 荚大, 自交结实, 粒大。研究中 71.86% 的突变体由 0.4% 秋水仙素处理所得, 即处理浓度越大, 变异率越高, 变异类型越丰富, 但在产

表 7 秋水仙素诱变 M₄ 代性状稳定性分析

Table 7 Analysis on genetic stability of mutant traits in M₄ induced by colchicines

突变性状 Mutant trait	M ₄ 鉴定株系 Lines in M ₄	M ₄ 代稳定株系 Lines of stable trait in M ₄	M ₄ 代不稳定株系 Lines of unstable trait in M ₄	M ₄ 代分离株系 Lines of segregative trait in M ₄	性状稳定比率 Percentage of stable trait lines
有限结荚 Definite growth	59	36	-	23	61.10%
浅绿 Aqua leaf	8	6	1	1	75.00%
新叶黄化 New leaf yellowin	5	1	1	3	20.00%
剑叶 Sword leaf	19	14	1	3	73.68%
肾叶 Kidney leaf	27	21	-	6	77.78%
小密叶 small heart-shaped leaf	18	12	-	6	66.67%
上部剑叶下部肾叶 Glave kidney leaf	7	2	2	3	28.57%
高株 High plant	10	10	-	-	100.00%
紧凑型 Tight type	5	2	2	1	40.00%
多分枝 Excessive branches	3	2	1	-	66.67%
蔓生 Sprawl mutant	3	3	-	-	-
早熟 Early mature	9	6	3	-	66.67%
晚熟 Late mature	9	4	4	1	44.44%
黑荚 Black pod	15	10	-	4	66.67%
黄白粒 Yellow-white seed	1	1	-	-	100.00%
浅红粒 Light red seed	17	11	4	2	64.71%
大粒 large-sized seed	3	1	2	-	33.33%
合计 Total	208	142			

量构成因素方面, 以 0.2%秋水仙素为最佳处理。由此认为, 我们所采取的诱变浓度和方法用于小豆诱变育种和突变体获得, 具有诱变效应强、基因纯合快、变异类型丰富等优点, 获得的突变体为小豆功能基因研究和育种提供了宝贵的材料。

3 材料与方 法

3.1 材料与仪器

供试材料为小豆京农 6 号(JN6)品种, 由北京农学院作物遗传育种研究所提供。所用仪器为日本美能达照相器材株式会社生产的 CR-200b 色彩色差计, 该

色彩色差计为扩散照明垂直受光(O/D)方式。L*为明亮度指数, 值越大表示越明亮; a*、b*称为红色度和黄色度指数, 分别用于表示小豆籽粒的红色和黄色程度, a*值越大表示色泽越红, b*值越大表示色彩越鲜。

3.2 处理方法

试验于 2006-2008 年在北京农学院试验田进行。试验设 0.2%和 0.4%两个处理, 分别用这两种浓度的秋水仙素处理 1 000 粒京农 6 号(JN6)种子 12 h, 将处理种子播种于北京农学院试验田, 行距 40 cm, 株距 15 cm, 双粒点播。

生育期间调查出苗期、三叶期、开花期、结荚期和成熟期等, 统计出苗率和成株率。成熟时全部收获, 风干后室内考种, 项目包括株高、分枝始节、分枝数、荚长、荚宽、单株荚数、单株粒数、百粒重和单株产量。所有数据通过 SPSS 统计软件处理。

3.3 粒色测定方法

采用色彩色差计测定供试小豆的粒色, 取部分粒色突变单株的籽粒, 每株抽取饱满籽粒 5 粒, 每粒测 3 次, 取平均值。

作者贡献

吴宝美是实验研究的执行人, 刘红霞、赵波、佟星参与数据分析和论文初稿的写作, 赵清穆参与实验设计, 万平是项目的构思者及负责人, 指导实验设计, 数据分析, 论文写作与修改。全体作者都阅读并同意最终的文本。


致谢

本研究由北京市教委科研计划面上项目(KM2010100-20004)、人才强教引进人才项目(PXM2007-014207-04453)、拔尖人才项目(PXM2007-014207-021717)共同资助。作者感谢北京农学院小豆研究室雷广军师傅在本实验及材料种植过程中给予的帮助, 感谢两位匿名的同行评审人的评审建议和修改建议。谨以此文纪念尊敬的金文林教授。

参考文献

- Cai G.H., Yan W.C., and Cao X., 1992, Genetic analysis of early ripening effects induced colchicine in rice, Zhejiang Nongye Xuebao (Acta agriculture Zhejiangensis), 4(3): 103-107 (蔡国海, 严文潮, 曹欣, 1992, 秋水仙素诱导水稻早熟效应的遗传分析, 浙江农业学报, 4(3): 103-107)
- Caroline C.M., Antonio O.C., and Fernando C.F., 2003, Changes allele frequencies in colchicines-treated ryegrass populations assessed with RAPA marker, R. bras. Agrociência, 9(2): 107-112
- Liu Z., and Guan S.Q., 2006, Induction of the early-mature mutant of peanut through the treatment of colchicines, Anhui Nongye Kexue (Journal of Anhui Agri. Sci.), 34(21): 5449-5450 (刘泽, 管叔琪, 2006, 秋水仙素诱导产生花生早熟突变体, 安徽农业科学, 34(21): 5449-5450)
- Pu S.J., Li J.Y., Zhang J.J., Zhao B., and Jin W.L., 2005, Preliminary exploration to induce variations by applying colchicine to Adzuki Bean, Beijing Nongxueyuan Xuebao (Journal of Beijing agricultural college), 20(4): 5-8 (濮绍京, 李金玉, 张晶晶, 赵波, 金文林, 2005, 秋水仙碱应用于小豆诱导变异初探, 北京农学院学报, 20(4): 5-8)

- Tiwari S.P., and Khanorkar S.M., 1984, Colchicine induced true breeding miniature mutant in groundnut. Current Science, 53(23): 1262-1263
- Wang F.B., Fu J.F., and Dong L.F., 2009, Inducing autotetraploid pea with colchicine and DMSO, Henongxue Bao (Journal of Nuclear Agricultural Sciences), 23(2): 203-208 (王凤宝, 付金锋, 董立峰, 2009, 秋水仙素与 DMSO 诱导豌豆同源四倍体, 核农学报, 23(2): 203-208)
- Wang J.M., 2008, Primary report on the experimental study of inducing white radish with colchicines, Anhui Nongye Kexue (Journal of Anhui Agri. Sci.), 36(3): 985-987 (汪剑鸣, 2008, 秋水仙素诱导白萝卜试验研究初报, 安徽农业科学, 36(3): 985-987)
- Yang M.C., Cong B., Zhao J.H., and Zhang P.F., 1997, The ultrastructural changes induced by colchicines in root meristematic cells of *Glycine soja*, Wuhan Zhiwuxue Yanjiu (Journal of Wuhan Botanical Research), 15(1): 15-18 (杨茂成, 丛斌, 赵建华, 张丕方, 1997, 秋水仙素诱导的野生大豆根尖细胞超微结构变化, 武汉植物学杂志, 15(1): 15-18)
- Yu Y.H., 2005, Studys on germplasm resources of *Vigna angularis*, Dissertation for Ph.D., Sichuan Agricultural University, Supervisor: Sun Y.S., pp: 1-3 (余跃辉, 2005, 小豆种质资源研究, 博士学位论文, 四川农业大学, 导师: 荣廷始, pp: 1-3)
- Zhang Q.Y., Ye D.S., Zhang S.N., Jin M.Y., and Zhang Y.C., 2000, Induction effects of colchicine on agronomic characters of two-rowed barley, Fujian Nongye Xuebao (Fujian Academy of Agricultural Sciences), 15(2): 8-12 (张秋英, 叶定生, 张绍南, 金美玉, 张元昌, 2000, 秋水仙素对二棱大麦农艺性状诱变效果的初步研究, 福建农业学报, 15(2): 8-12)
- Zhang Q.Y., Zhang S.N., and Zhuang B.H., 1996, Preliminary studies on breeding barley by colchicine, Fujian Nongye Kexue (Fujian Academy of Agricultural Sciences), 1(12): 38-41 (张秋英, 张绍南, 庄宝华, 1996, 秋水仙素应用于大麦育种的初步研究, 福建农业科学, 1(12): 38-41)



BioPublisher是一个致力于发表生物科学研究论文、开放取阅的出版平台

在BioPublisher上发表论文, 任何人都可以免费在线取阅您的论文

- ※同行评审, 论文接受严格的高质量的评审
- ※在线发表, 论文一经接受, 即刻在线发表
- ※开放取阅, 任何人都可免费取阅无限使用
- ※快捷搜索, 涵盖谷歌学术搜索与知名数据库
- ※论文版权, 作者拥有版权读者自动授权使用

在线投稿: <http://chinese.sophiapublisher.com>