

EMS 诱变甘蓝型油菜 M₂ 代群体的表型突变研究

张凤启, 黄永娟, 杨甜甜, 陈健美, 管荣展, 张红生

(南京农业大学/作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京 210095)

摘要: 利用 4 种浓度 EMS 处理甘蓝型油菜 NJ7982 种子, 选取其中诱变效果好的处理 (0.4% EMS), 研究其后代突变型和突变频率。对 4.8 万株的 M₂ 代群体鉴定结果表明, 6 种器官性状在群体中均出现了突变。子叶突变性状包括 3 子叶、子叶黄化等, 占群体的 0.22%; 叶片突变性状包括黄化叶、白化叶、紫色叶、上卷叶、下卷叶等, 占 0.74%; 花器突变性状包括紫色花蕾、死蕾、3 花瓣、6 花瓣、白色瓣、花瓣黄白镶嵌、花瓣皱缩、完全不育、部分可育等, 占 9.38%; 株型突变性状包括矮秆、紫茎等, 占 4.98%; 角果突变性状包括粗角、长角、紫角等, 占 2.79%; 种皮黄色, 占 0.40%; 总的表型突变频率为 18.51%。这些遗传多样性的突变材料, 为甘蓝型油菜种质创新及品种遗传改良提供基础性材料。

关键词: 甘蓝型油菜; 甲基磺酸乙酯 (EMS); 诱变

Research on Phenotypic Mutations in M₂ Population Derived from EMS Treatment in *Brassica napus* L.

ZHANG Feng-qi, HUANG Yong-juan, YANG Tian-tian, CHEN Jian-mei,

GUAN Rong-zhan, ZHANG Hong-sheng

(State Key Lab of Crops Genetics and Germplasm Enhancement/Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095)

Abstract: Seeds of NJ7982 (*Brassica napus* L.) were treated with EMS of four concentrations (0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%) and resulted in 0.4% EMS treatment with induction effect better than others. Observation of M₂ generation population with 48000 plants showed that there existed mutations for six organs in the population. Cotyledon mutation traits included tricotyledon, yellowish cotyledon, etc., accounting for 0.22% in the population. Leaf mutation traits contained yellowish leaf, albino leaf, purple leaf, up-curly leaf, down-curly leaf, etc., with the mutation frequency of 0.74%. Flower organ mutation traits of 9.38% included purple buds, bud-deads, three petals, six petals, white petal, white-mosaic petal, wrinkled-petal, complete male sterility, partial fertility, etc. Plant type mutation traits of 4.98% included dwarf plant, purple stem, etc. Silique mutants accounting for 2.79% included thick silique, long silique, purple silique, etc., and yellow-seeded mutants accounted for 0.40%. The total mutant frequency was 18.51% in the M₂ population. All these mutated materials are conserved in germplasm library, and will be used in rapeseed functional genomic research and variety improvement.

Key words: *Brassica napus* L. EMS (ethyl methan sulfonate); Mutation

丰富的种质资源是新品种选育的物质基础, 拥有遗传多样性的材料是种质创新和品种改良的前提。甘蓝型油菜起源于欧洲, 在我国的品种间亲缘关系较近, 遗传背景狭窄。而且由于遗传的均质性易导致遗传的脆弱性, 随着新品种的不断育成, 遗传资源容易丢失。因此多种途径开拓甘

蓝型油菜的遗传背景, 对扩大其种质资源具有重要的实践意义。

种质资源的创新途径有多种, 可利用自然突变, 也可通过远缘杂交^[1]、组织培养^[2]、基因工程^[3]、空间诱变^[4-5]等途径, 其中人工理化诱变是种质创新最常用的方法。利用理化诱变, 结合选择技术已成

收稿日期: 2010-03-20 修回日期: 2010-07-09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30970289); 江苏省科技支撑计划 (BE2009304)

作者简介: 张凤启, 硕士研究生, 主要从事甘蓝型油菜突变体研究。E-mail: fqzhang2007@126.com

通讯作者: 管荣展, 教授。E-mail: guanrzhang@njau.edu.cn

为当前新品种选育的有效技术之一^[6]。陈忠明等^[7]通过 EMS 诱变水稻恢复系 9311 种子,筛选得到大粒突变体 *M316*,其粒长增加 1.1mm、千粒重增加 4.6g,配合力也得到了显著改良。赵永亮等^[8]认为 EMS 处理玉米花粉是快速创造特用玉米新种质的有效途径。于秀普等^[9]用 EMS 附加平阳霉素 (PYM) 处理大豆种子,通过多代的筛选,选育出冀豆 8 号,已在生产上大面积推广应用。据 Maluszynski^[10]报道,全世界已有 50 多个国家通过诱变技术在 154 种植物中育成了 1737 个品种,创造了巨大的社会效益和经济效益。

目前,有关利用 EMS 诱变技术对甘蓝型油菜大规模突变体筛选及突变频率统计的研究尚未见报道,本实验通过对 M_2 群体内 4.8 万株的观察和鉴定,筛选突变株及统计各突变性状的频率,为油菜功能基因组学及种质创新研究提供基本材料。

1 材料与方法

1.1 材料及试剂

选用材料 NJ7982,为冬性甘蓝型油菜纯合双低品种,其平均茎径 1.35cm;株高 161cm;有效分枝数 13 个;分枝角度 35°;角长 7.5cm;角宽 0.51cm;主序角密度 1.6 个/cm;果喙长 0.62cm。此材料由本实验室保存。诱变剂是甲基磺酸乙酯 (EMS),由美国 Sigma 公司生产。

1.2 诱变处理

用 EMS 处理 NJ7982 的成熟种子,在室温下采用以下 4 种处理,处理 I:0.2% EMS 浸种 12h;处理 II:0.4% EMS 浸种 12h;处理 III:0.6% EMS 浸种 12h;处理 IV:清水浸种 12h 为对照;处理后立即播种。

1.3 M_1 代试验

2007 年 9 月,将处理后种子 (M_1) 播种于南京农业大学江浦试验田。3 个处理中,处理 I 的幼苗长相和长势与野生型无异,在移栽前淘汰了该处理;处理 III 的出苗率极低,不足 0.1%,也被淘汰;处理 II 的种子发芽率也比较低,为 4.1%,可作为突变体创建的材料,为本研究的基础。移栽后,成活并收获的单株共计 2214 株。

1.4 M_2 代试验

根据 M_1 代观察到的性状突变情况,选 758 株自交种子,种植为 M_2 家系,每个家系种植 1 行。余下的 1456 株,按照单株混种的方法种植,即每 52 个

M_1 单株 (按 40 粒种子/株取样) 混种一个小区,共计种植了 28 个小区,每小区面积为 55m²,定苗后得到苗数为 1480 株/小区。剩余种子保存进入种质库,作为必要情况下再研究的种源。将野生型亲本与突变体构建材料相邻种植,作为对照。油菜发育的各个时期,详细观察每一个单株性状突变情况,定株记载;收获前还需定株挂牌,记载突变的性状。按家系种植的材料,收获时每个家系收获 2~3 株突变株,剩余单株按家系混收、保存。在 28 个小区内农艺性状突变株按单株收获,余下未收获的按小区混收,供下年筛选研究用,每个小区混收种子 5kg 左右。 M_2 代单株收获植株共 12578 株。

1.5 M_3 代试验

选取 M_2 代 1029 株农艺性状突变株,单株播种成 M_3 ,剩余的种子入库保存。

1.6 观察记载及统计方法

参照伍晓明^[11]的方法筛选和鉴定各表型性状突变体,具体观察时期和指标有:(1)苗期:子叶形状、幼茎色、心叶色、基叶叶形;(2)营养生长期:叶色、叶脉色、叶柄长度等;(3)抽薹期:薹茎色、薹茎叶形态等;(4)开花期:育性、花冠大小、花瓣色、花瓣形状、花瓣数目等;(5)收获期:株型、株高、有效分枝数、角果长度、角果宽度、角果色等。

群体中每一个突变株,往往出现多个性状的变异。观察过程中,记载了每个突变株全生育期的变异情况,建立了一个综合性描述突变体的数据库。为统计方便,本文所列出的数据,仅考虑突变株的一个主要突变性状,其他突变性状需查询数据库。

1.7 杂交和回交

将从 M_2 筛选出的不育株分别与 Polima 的保持系、恢复系杂交;对余下一些突变材料,如上卷叶株、下卷叶株等分别与 WESTAR 和 TAPIDOR 进行杂交,共配置 153 个杂交组合。

2 结果与分析

2.1 M_1 表型性状突变体筛选

诱变处理后种子发芽慢,出苗期较野生型推迟 10d,发芽率为 4.1%,成苗率仅为 2.79%,幼苗主要表现为生长缓慢,生活力弱等。 M_1 代出现叶色、叶形、花器、育性等性状的突变株,共 423 株,显性突变率为 19.11%。

2.2 M₂表型性状突变体筛选

2.2.1 叶性状 M₂群体中,发现462个叶性状突变株(表1)。其中子叶性状突变株主要表现为多子叶(图1-B,C)、黄化(图1-D,E)、畸形(图1-F),此类突变株与野生型相比,均表现长势弱,大多数不能够继续发育成为单株而死亡。另外,也发现苗期或全生育期叶片表现白化(图1-G)、黄化(图1-H)、紫色(图2-B)、皱缩(图1-I)、上卷(图1-J;图2-C)或下卷(图1-K;图2-D)等现象的突变株,其中白化株大部分在苗期死亡,仅收获了2株,而且结实差,单株产量不足3g;苗期黄化株也不易成活,共获得66株,白化和黄化株,随着植株的生长叶色逐渐转绿,后期叶色与野生型无异;皱缩叶片株,其叶表面凹凸不平或皱褶,共计73株;叶片卷曲株有上卷叶和下卷叶2种类型,该类植株基部叶片均在生长后期衰老较慢,株型也较野生型矮且小;宽大叶突变株共82株,其叶片薄而叶色浅,但株型大且结实率高;圆叶和小叶各1株,突变频率低。由上述可知,丰富的叶性状突变类型中,上卷叶和下卷叶突变性状表现明显,宽大叶突变频率为最高,皱缩叶片次之,而小叶及圆叶最低。这些叶性状突变体是研究油菜叶片光合机理及光合形态建成的基础材料。

2.2.2 花器性状 开花期,在群体中也发现了4527个花器性状突变株(表1)。其中紫色花蕾、死蕾等花蕾性状突变株均表现花蕾数目少,茎径小且长势弱。开花期突变类型中,早花(较野生型提前13d以上)易遭受寒害;迟花(较野生型推迟15d以上)易发生热害,二者结实率均较低。花冠性状突变株,如大花冠、3花瓣(图3-B)、5花瓣(图3-C)、白色花瓣(图3-D)、黄白嵌合花瓣(图3-E)等,其中花瓣数目突变株主要表现为同一植株不定位置的个别花朵表现3花瓣、5花瓣或6花瓣,但植株长势与野生型无明显差异。在花瓣颜色突变类型中,白色花瓣表现明显,但植株长势弱,其单株产量不足2.5g。花瓣形状突变类型中,花瓣窄长突变频率最高,占群体的2.42%,其花瓣狭长,呈离瓣状;花瓣皱缩株,占群体1.8%,其花蕾少,花瓣皱缩或折叠。另外,也发现雄性不育和柱头外露突变株,其中633个单株为完全不育型,其花药干瘪,花丝极短,雌蕊发育正常;214个单株为部分可育型,其花瓣小,微粉且花丝较野生型短,雌蕊发育正常。由此可知,花器性状突变类型多,其中花瓣窄长突变频率最高,其次为花瓣皱缩。丰富

的花器突变类型有助于研究花器的生长发育及调控代谢网络。

2.2.3 株型性状 成熟期,发现株型性状的突变株,如高秆、矮秆、多分枝等(表1)。其中株高在175cm以上的高秆(野生型平均161cm)共312株,其分枝多、茎径大且长势强;100cm以下的矮秆共879株,其茎径小且长势弱;有效分枝数17个以上的多分枝(野生型13个)共352株,其植株高、茎径大且产量高;分枝角度25°以下的紧凑型(野生型平均35°)仅8株;丛生株,共36株,其茎节间短,开花晚;仅3个单株茎秆呈褐色,粗硬,抗倒伏能力强;紫株共38株(图2-B),其整个植株地上部分在全生育期内均表现紫色。同时,也发现有293个单株表现早熟(较野生型提前15d以上);14个单株表现晚熟(较野生型推迟14d以上);抗寒性弱的突变株共199株,其越冬期基部叶片干枯,仅心叶表现为绿色;另外,早衰突变株共19株,其生育后期叶色由嫩绿逐渐转变为暗绿,接着萎蔫干枯,随后整株死亡。综上所述,株型性状突变频率仅次于花器性状,其中矮秆突变频率最高为1.82%,茎秆畸形最低为0.004%。这些株型各异的突变材料有助于构建甘蓝型油菜理想株型。

2.2.4 角果性状 收获期,观察角果性状,发现长角、短角、粗角等突变株(表1)。其中长度11.0cm以上的特长角(野生型7.5cm)共8株,其子粒节明显,子粒大而饱满;平均5.0cm以下的短角共302株,其果喙短,子粒小且粒数少;宽度在0.8cm以上的粗角(野生型0.51cm)共203株,其长度短,子粒大而粒数少;角果皱缩,共11株,其颜色黄绿,但总长度与野生型无明显差异。另外,有73个紫色角果株,其果皮迎光面为深紫色,背光面为浅紫色。角果性状,如角果长度、角果宽度是构成产量的主要因素,群体中有利突变株,如长角、粗角等,既具有培育成高产品种的潜力,又可作为品种改良的基础性材料。

2.2.5 种皮颜色 野生型种皮颜色为褐黑色,通过对12578个M₂单株种皮颜色的观察,发现群体中存在有种皮颜色突变株(表2)。其中黄色共50株,与野生型差异最明显;花子82株,占0.65%;与野生型种皮颜色相一致的植株占33.77%。由此可知,种皮颜色与野生型差异越大的类型,其突变频率越低,突变频率围绕野生型的呈正态分布。

表1 M₂群体叶、花器、株型、角果性状的突变统计

Table 1 Mutants of leaf, flower, plant type and silique traits obtained in the M₂ population

器官 Organ	性状 Character	形态特征 Morphology	株数 No. of Plant(株)	频率(%) Frequency	器官 Organ	性状 Character	形态特征 Morphology	株数 No. of Plant(株)	频率(%) Frequency	器官 Organ	性状 Character	形态特征 Morphology	株数 No. of Plant(株)	频率(%) Frequency	
叶	子叶性状	3子叶	12	0.025	花器	花瓣数目	花瓣数目突变	161	0.334	角果	茎秆形状	丛生	36	0.075	
		4子叶	6	0.012		花瓣颜色	白色	7	0.015			弯曲	15	0.031	
		子叶黄化	58	0.12			黄白镶嵌	13	0.027		畸形	2	0.004		
		子叶畸形	31	0.064			深黄	23	0.048		茎色	褐色	3	0.006	
	叶片色	白化	2	0.004			浅黄	161	0.334			紫色	38	0.079	
		黄化	66	0.137		花瓣形状	皱缩	870	1.803		其他	早熟,较野生型 提早15d以上	293	0.607	
		紫色	10	0.021			大花瓣	21	0.044			晚熟,较野生型 推迟14d以上	14	0.029	
	深绿	48	0.099			小花瓣	78	0.162	抗寒弱			199	0.412		
	叶片形状	上卷	上卷	59		0.122		窄长	1166		2.416	早衰	19	0.039	
			下卷	7		0.015		畸形	20		0.041	角果长度	特长角,11.0cm 以上	8	0.017
		皱缩	皱缩	73		0.151		部分退化	21		0.044		长角,9.0~11cm	301	0.624
			狭长	6		0.012		闭合	2		0.004	短角,5.0cm以下	302	0.626	
		宽大	宽大	82		0.17		蝶形	1		0.002	角果宽度	粗角,0.80cm以上	203	0.421
			圆叶	1		0.002	雄性不育	完全不育	633		1.312		细角,0.30cm以下	219	0.454
小叶	小叶	1	0.002		部分可育	214	0.443	角果密度	稀疏,0.5个/cm以下	17	0.035				
				其他	柱头外露	14	0.029		密集,3个/cm以上	3	0.006				
花器	花蕾性状	花蕾墨绿色	3	0.006	株型	茎径	细茎,6mm以下	80	0.166	果喙长度	长果喙,0.8cm以上	2	0.004		
		花蕾紫色	3	0.006				粗茎,15mm以上	3		0.006	短果喙,0.3cm以下	1	0.002	
		死蕾	438	0.908		株高	高秆,175cm以上	312	0.646		角果形状	皱缩	11	0.023	
		花蕾少	28	0.058				矮秆,100cm 以下	879			1.821	弯曲	204	0.423
		小花蕾 2mm以下	386	0.8			有效分枝数	分枝多,17个 分枝以上	352		0.729	角果颜色	紫色	73	0.151
	开花期	早花,较野生型 提早13d以上	12	0.025		分枝少,5个 分枝以下	139	0.288	红色	1	0.002				
		迟花,较野生型 推迟15d以上	9	0.019	株形	松散型,分枝 角度50°以上	13	0.027							
	花冠大小	大花冠	27	0.056			紧凑型,分枝 角度25°以下	8	0.017						
		小花冠	216	0.448											

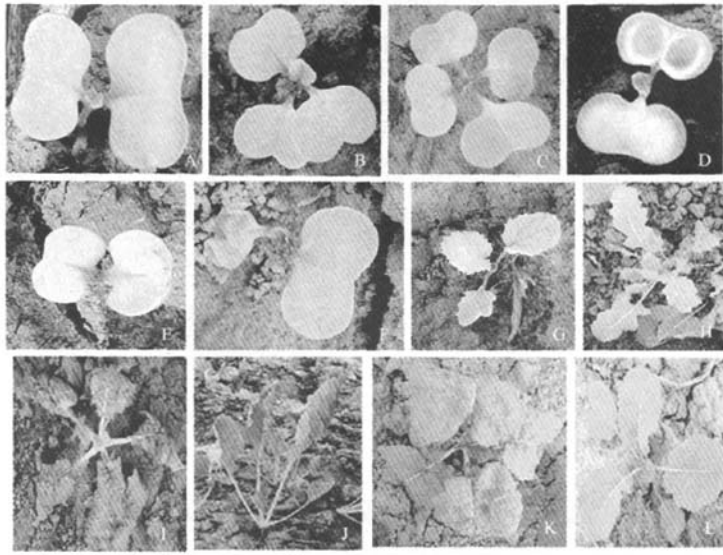


图1 叶性状突变

Fig.1 Mutants of leaf traits

A:野生型;B:3子叶;C:4子叶;D:子叶部分黄化;E:子叶全部黄化;F:子叶畸形;
G:叶片白化;H:叶片黄化;I:叶片皱缩;J:叶片上卷;K:叶片下卷;L:野生型
A; Wild type; B; Tricotyledon; C; Quadcotyledon; D; Partially yellowish cotyledon; E; Yellowish cotyledon; F;
Abnormal cotyledon;G;Albino leaf;H;Yellowish leaf;I;Wrinkly leaf;J;Up-curly leaf;K;Down-curly leaf;L;Wild type



图2 突变植株表现

Fig. 2 Performances of mutant plants

A:野生型;B:紫株;C:上卷叶株;D:下卷叶株
A;Wild type; B: Purple plant; C: Up-leaf plant; D: Down-leaf plant

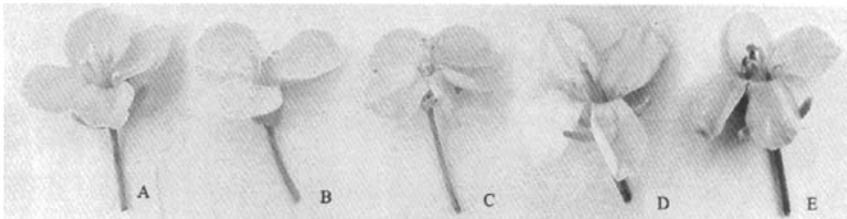


图3 花瓣性状突变

Fig.3 Mutants of petal traits

A:野生型;B:3花瓣;C:5花瓣;D:白色花瓣;E:黄白镶嵌花瓣
A; Wild type; B: Three petal; C: Five petal; D: White petal; E: White-mosaic petal.

表 2 种皮颜色的次数分布

Table 2 Frequency distribution of plant seed coat color in the M₂ population

种皮颜色 Seed color	株数(株) No.	百分比(%) Percentage
黄色	50	0.40
花子	82	0.65
红色	137	1.09
淡褐	275	2.19
褐色	1123	8.93
棕褐	2390	19.00
黑褐	2716	21.59
褐黑	4247	33.77
黑色	1558	12.39
总计	12578	-

3 讨论

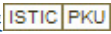
诱变处理后的植物各组织或器官均可能发生表型突变,但突变频率不同。孙加焱等^[12]用理化诱变甘蓝型油菜,发现在 M₂ 群体内花器性状的突变类型多,频率高,其次为株型性状。本实验用 EMS 诱变处理甘蓝型油菜,在 M₂ 代也发现花器性状的突变类型丰富,且突变频率为最高达 9.38%,其次为株型性状,而黄子突变频率最低,共 50 株,此结果与上述的研究相近。究其原因,可能与不同性状的遗传体系有关,如花器性状、株型性状等受多基因控制^[13],多基因中的任一基因突变均可导致性状表型改变,从而增加突变频率。而另外一些性状,如种皮颜色等,可能只在少数关键基因上发生关键点突变,才能形成突变表型,因而突变频率较低。

EMS 诱变后产生的突变频率高。EMS 诱变甘蓝型油菜突变密度为 1/41.5kb^[14]、拟南芥为 1/170kb^[15]、六倍体小麦为 1/25kb^[16]。虽然 EMS 诱变不是定向的,但只要对诱变后代加以适当选择,就可获得具有经济价值的新突变^[17],因此 EMS 是运用最广泛有效的诱变剂。近年来,利用 EMS 创造新种质的研究取得了很大的成就。刘治先^[18]利用 EMS 诱变处理玉米获得 2 类高油酸突变体以及 10 个高赖氨酸、8 个高蛋白、7 个高油、4 个高亚油酸突变体,为玉米研究提供了珍贵的材料。伍新玲^[19]认为 EMS 比 γ 射线更易引起油菜种子脂肪酸组分

的变异,通过 EMS 诱变易获得高油酸、低饱和脂肪酸和低亚麻酸的突变体。本实验也通过 EMS 诱变甘蓝型油菜获得了大量的矮秆、多分枝、长角等形态突变体,也获得了一些品质性状突变体(本文未列入),为油菜种质创新或品种遗传改良提供了珍贵的中间材料或新种质。

参考文献

- [1] Rawsthorne S, Morgan C L, O'Neill C M, et al. Cellular expression pattern of the glycine decarboxylase P protein in leaves of an intergeneric hybrid between the C₃-C₄ intermediate species *Moricandia nitens* and the C₃ species *Brassica napus* [J]. *Theor Appl Genet*, 1998, 96:922-927
- [2] 吴江生,石淑稳,周水明,等.甘蓝型双低油菜品种华双 3 号的选育和研究[J].*华中农业大学学报*,1999,18(1):1-4
- [3] Peterka H, Budahn H, Schrader O, et al. Transfer of resistance against the beet cyst nematode from radish (*Raphanus sativus*) to rape (*Brassica napus*) by monosomic chromosome addition [J]. *Theor Appl Genet*, 2004, 109(1): 30-41
- [4] 刘自华,龚振光,等.空间诱变创造高粱新种质研究[J].*植物遗传资源学报*,2005,6(3):280-285
- [5] 田伯红,王建广,李雅静,等.空间诱变对谷子农艺性状效应的研究[J].*植物遗传资源学报*,2008,9(3):340-345
- [6] 吴伟刚,刘桂茹,杨学举.诱变与组织培养相结合在植物育种中的应用[J].*中国农学通报*,2005,21(11):197-201
- [7] 陈忠明,王秀娥.水稻强优势恢复系 9311 粒重的诱变改良[J].*分子植物育种*,2005,3(3):353-356
- [8] 赵永亮,朱同明,马惠平.利用花粉化学诱变快速创造专用玉米新种质[J].*作物学报*,1999,25(2):157-161
- [9] 于秀普,杜连恩,魏玉昌.大豆新品种冀豆 8 号的选育[J].*中国油料作物学报*,1994,16(4):58-59
- [10] Maluszynski M. Application of in vivo and in vitro mutation techniques for crop improvement [J]. *Euphytica*, 1995 (85): 303-315
- [11] 伍晓明.油菜种质资源描述规范和数据库标准[M].北京:中国农业出版社,2007
- [12] 孙加焱,涂进东,范叔味,等.甘蓝型油菜理化诱变和突变体库的构建[J].*遗传*,2007,29(4):475-482
- [13] 余凤群,金明源,肖才升,等.甘蓝型油菜 DH 群体几个数量性状的遗传分析[J].*中国农业科学*,1998,31(3):44-48
- [14] Wang N, Wang Y J, Meng J L, et al. A functional genomics resource for *Brassica napus*: development of an EMS mutagenized population and discovery of *FAEI* point mutations by TILLING [J]. *New Phytologist*, 2008, 180:751-765
- [15] Greene E A, Codomo C A, Taylor N E, et al. Spectrum of chemically induced mutations from a large-scale reverse-genetic screen in *Arabidopsis thaliana* [J]. *Genetics*, 2003, 164:731-740
- [16] Slade A J, Fuerstenberg S B, Loeffler D, et al. A reverse genetic, nontransgenic approach to wheat crop improvement by TILLING [J]. *Nat Biotechnol*, 2005, 23: 75-81
- [17] 祝丽英,池书敏,刘志增,等.甲基磺酸乙酯在创造玉米新种质中的应用[J].*玉米科学*,2001,9(3):14-17
- [18] 刘治先.玉米育种技术[J].*玉米科学*,1995,3(4):12-15
- [19] 伍新玲.利用诱变技术改良油菜脂肪酸组成及油酸含量遗传研究[D].武汉:华中农业大学,2004

作者: 张凤启, 黄永娟, 杨甜甜, 陈健美, 管荣展, 张红生, ZHANG Feng-qi, HUANG Yong-juan, YANG Tian-tian, CHEN jian-mei, GUAN Rong-zhan, ZHANG Hong-sheng
作者单位: 南京农业大学/作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京, 210095
刊名: 植物遗传资源学报 
英文刊名: JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES
年, 卷(期): 2010, 11(6)

参考文献(19条)

1. 祝丽英;池书敏;刘志增 甲基磺酸乙酯在创造玉米新种质中的应用[期刊论文]-玉米科学 2001(03)
2. Slade A J;Fuerstenberg S I;Loeffler D A reverse genetic,nontransgenic approach to wheat crop improvement by TILLING[外文期刊] 2005(1)
3. Greene E A;Codomo C A;Taylor N E Spectrum of chemically induced mutations from a large-scale reverse-genetic screen in *Arabidopsis thaliana* 2003
4. Wang N;Wang Y J;Meng J L A functional genomics resource for *Brassica napus*:development of an EMS mutagenized population and discovery ofFAE1 point mutations by TILLING[外文期刊] 2008(4)
5. 于秀普;杜连恩;魏玉昌 大豆新品种冀豆8号的选育[期刊论文]-中国油料作物学报 1994(04)
6. 赵永亮;宋同明;马惠平 利用花粉化学诱变快速创造特用玉米新种质[期刊论文]-作物学报 1999(02)
7. 陈忠明;王秀娥 水稻强优势恢复系9311粒重的诱变改良[期刊论文]-分子植物育种 2005(03)
8. 吴伟刚;刘桂茹;杨学举 诱变与组织培养相结合在植物育种中的应用[期刊论文]-中国农学通报 2005(11)
9. 田伯红;王建广;李雅静 空间诱变对谷子农艺性状效应的研究[期刊论文]-植物遗传资源学报 2008(03)
10. 刘自华;龚振光 空间诱变创造高粱新种质研究[期刊论文]-植物遗传资源学报 2005(03)
11. Peterka H;Budahn H;Sehrader O Transfer of resistance against the beet cyst nematode from radish(*Raphanus sativus*)to rape(*Brassica napus*)by monosomic chromosome addition[外文期刊] 2004(01)
12. 吴江生;石淑稳;周永明 甘蓝型双低油菜品种华双3号的选育和研究[期刊论文]-华中农业大学学报 1999(01)
13. 伍新玲 利用诱变技术改良油菜脂肪酸组成及油酸含量遗传研究 2004
14. 刘治先 玉米育种技术 1995(04)
15. 余凤群;金明源;肖才升 甘蓝型油菜DH群体几个数量性状的遗传分析[期刊论文]-中国农业科学 1998(03)
16. 孙加焱;涂进东;范叔味 甘蓝型油菜理化诱变和突变体库的构建[期刊论文]-遗传 2007(04)
17. 伍晓明 油菜种质资源描述规范和数据标准 2007
18. Maluszynski M Application of in vivo and in vitro mutation techniques for crop improvement[外文期刊] 1995(85)
19. Rawsthorne S;Morgan C L;O'Neill C M Cellular expression pattern of the glycine decarboxylase P protein in leaves of an intergeneric hybrid between the C3-C4 intermediate species *Moricandia nitens* and the C3 species *Brassica napus*[外文期刊] 1998(6/7)

本文读者也读过(10条)

1. 赵福永, 郑娇, 何芳, 何文俊, 李利露, ZHAO Fu-yong, ZHENG Jiao, HE Fang, HE Wen-jun, LI Li-lu EMS与Na₃N对甘蓝型油菜和芥菜型油菜诱变的效果[期刊论文]-江西农业学报2010, 22(9)
2. 殷冬梅, 杨秋云, 杨海棠, 台国琴, 崔党群, Yin Dongmei, Yang Qiuyun, Yang Haitang, Tai Guoqin, Cui Dangqun 花生突变体的EMS诱变及分子检测[期刊论文]-中国农学通报2009, 25(5)

3. [文雁成, 张书芬, 田保明, 王建平, 朱家成, 赵磊](#) [甲基磺酸乙酯\(EMS\)对甘蓝型油菜的诱变效应](#)[会议论文]-2004
4. [原小燕, 李加纳, 刘列钊, YUAN Xiao-yan, LI Jia-na, LIU Lie-zhao](#) [EMS对油菜种子萌发的影响](#)[期刊论文]-[西南师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2010, 35(3)
5. [佟星, 赵波, 金文林, 曾潮武, 刘红霞, 吴宝美, 濮绍京, 陈学珍, 潘金豹, 万平, TONG Xing, ZHAO Bo, JIN Wen-Lin, ZENG Chao-Wu, LIU Hong-Xia, WU Bao-Mei, PU Shao-Jing, CHEN Xue-Zhen, PAN Jin-Bao, WAN Ping](#) [理化诱变小豆京农6号突变体的鉴定](#)[期刊论文]-[作物学报](#)2010, 36(4)
6. [王瑾, 刘桂茹, 杨学举, Wang Jin, Liu Guiru, Yang Xueju](#) [EMS诱变小麦愈伤组织选择抗旱突变体的研究](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#)2005, 21(12)
7. [佟星, 赵波, 金文林, 曾潮武, 刘红霞, 吴宝美, 濮绍京, 万平](#) [小豆EMS诱变M3代叶形突变体的筛选及农艺性状分析](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#)2010, 38(9)
8. [张晓勤, 薛大伟, 周伟辉, 邬飞波, 张国平, ZHANG Xiao-qin, XUE Da-wei, ZHOU Wei-hui, WU Fei-bo, ZHANG Guo-ping](#) [用甲基磺酸乙酯\(EMS\)诱变的大麦浙农大3号突变体的筛选和鉴定](#)[期刊论文]-[浙江大学学报\(农业与生命科学版\)](#)2011, 37(2)
9. [和江明, 王敬乔, 陈薇, 李根泽, 寸守铤](#) [EMS对甘蓝型油菜离体小孢子胚胎发生能力的影响](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#)2004, 17(6)
10. [陈绍江, 宋同明](#) [EMS花粉诱变获得高油玉米突变体](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#)2002, 7(3)

引证文献(1条)

1. [黄永娟, 张凤启, 杨甜甜, 刘葛山, 蒋守华, 陈健美, 管荣展](#) [EMS诱变甘蓝型油菜获得高油酸突变体](#)[期刊论文]-[分子植物育种](#) 2011(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201006017.aspx