

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101107915 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 200610029259. 4

(22) 申请日 2006. 07. 21

(73) 专利权人 上海市农业科学院

地址 201106 上海市闵行区北翟路 2901 号

(72) 发明人 周熙荣 庄静 孙超才 王伟荣
李延莉 李树林 顾龙弟 钱小芳

(74) 专利代理机构 上海开祺知识产权代理有限公司 31114

代理人 汪克臻

育. 上海农业学报 15 4. 1999, 15(4), 25-27.

李树林, 周志疆, 周熙荣. 油菜显性核不育三系法制种. 上海农业学报 11 1. 1995, 11(1), 21-26.

审查员 王颖

(51) Int. Cl.

A01H 1/02(2006. 01)

A01H 1/04(2006. 01)

A01H 5/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1188594 A, 1998. 07. 29, 全文.

CN 1052589 A, 1991. 07. 03, 全文.

周熙荣, 李树林, 顾龙弟. 显性核不育油菜

(Brassica nap us L.) 无蜡粉纯合两型系的选

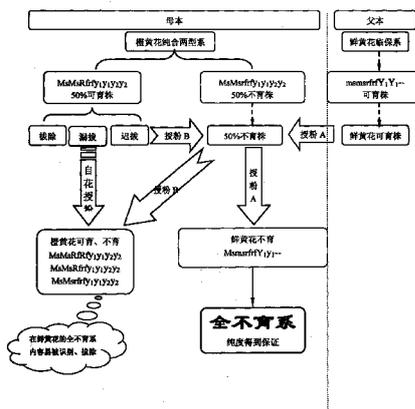
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

甘蓝型油菜显性核不育橙黄花纯合两型系及其应用

(57) 摘要

根据甘蓝型油菜显性核不育性受 Ms 不育基因和 Rf 基因上位抑制互作控制以及鲜黄花-橙黄花性状由 2 对重叠基因控制的遗传原理, 采用橙黄花纯合两型系与鲜黄花临保系生产全不育系, 然后用全不育系与恢复系生产杂交种。与原有方法比, 因纯合两型系内可育株迟拔或漏拔, 在全不育系出现的可育株仍表现为橙黄花, 在与恢复系进行杂交制种时, 这些橙黄花的可育株在鲜黄花的不育系内容易识别, 被人工拔除后, 能有效提高杂交种的纯度。



1. 一种甘蓝型油菜显性核不育系制种方法,其特征在于选育橙黄花纯合两型系并以橙黄花纯合两型系为母本,鲜黄花的临保系为父本进行鲜黄花全不育株生产,再用鲜黄花全不育系作为母本、恢复系为父本进行杂交制种,所述橙黄花纯合两型系选育步骤包括:

a、以甘蓝型油菜显性核不育杂合两型系沪油 15AB 的不育株为母本,与恢复系 HF03 杂交获得可育的 F_1 代群体;

b、从 F_1 代群体中挑选可育株,获得 F_2 代群体, F_2 代群体发生育性分离;

c、从 F_2 代群体中选择可育株自交, F_3 代发生育性分离,育性分离为 3 : 1;

d、从 F_3 代群体选橙黄花可育株自交, F_4 代群体全部表现为橙黄花,育性分离为 3 : 1;

e、从 F_3 代群体选橙黄花不育株与可育株进行兄妹交,后代全部为橙黄花,育性分离为 1 : 1,这一兄妹交后代就是橙黄花纯合两型系。

2. 根据权利要求 1 所述的甘蓝型油菜显性核不育系制种方法,其特征在于橙黄花纯合两型系为母本、鲜黄花的临保系为父本,移栽期,父、母本行比为 1 : 4 ~ 1 : 6。

3. 根据权利要求 1 所述的甘蓝型油菜显性核不育系制种方法,其特征在于终花后将父本全部拔除,从母本植株上获全不育系。

4. 根据权利要求 1 所述的甘蓝型油菜显性核不育系制种方法,其特征在于当以橙黄花纯合两型系为母本与鲜黄花的临保系为父本进行测交,临近开花时将纯合两型系内可育株尽可能全部拔除,让剩余的不育株授粉,产生后代全部为鲜黄花不育株,而迟拔、漏拔的可育株会对不育株授粉以及漏拔的可育株自花授粉,产生的可育株为橙黄花。

5. 根据权利要求 1 所述的甘蓝型油菜显性核不育系制种方法,其特征在于由橙黄花纯合两型系获得的全不育系为母本与恢复系为父本杂交制种,初花期及盛花期全不育系内的橙黄花可育株易识别,被全部拔除,成熟后从母本植株收获的杂交种种子,其纯度在 95% 以上。

甘蓝型油菜显性核不育橙黄花纯合两型系及其应用

技术领域

[0001] 甘蓝型油菜显性核不育的杂种优势利用领域

背景技术

[0002] 1 甘蓝型油菜显性核不育性的遗传性

[0003] 甘蓝型油菜显性核不育性受 2 对显性基因控制, Ms 为显性不育基因, Rf 为显性上位基因, 能抑制 Ms 不育基因的表达, 使育性恢复可育。不育株有 2 种基因型, MsMsRfrf 为纯合型不育株, Msmsrfrf 为杂合型不育株。可育株有 7 种基因型, 其中 MsMsRfrf 自交育性分离比例为 3 : 1, MsmsRfrf 自交育性分离比例为 13 : 3。其余 5 种可育基因型自交没有育性分离。双隐性纯合体 msmsrfrf 作为父本, 与纯合型不育株杂交, 后代不育株率达到 100%。基因型为 Rf Rf 的可育株可作为恢复系, 与不育株杂交, 后代可育株率达到 100% (表 1)。

[0004] 表 1 甘蓝型油菜显性核不育性的遗传性

	不育	MsMsRfrf	Msmsrfrf	可育株自交	特性
可育					
	MsMsRfrf	1:1(纯合两型系)	1:1	3:1 (25%不育)	
	MsmsRfrf	1:1	5:3	13:3 (18.75%不育)	
[0005]	MsMsRfRf	100%可育	100%可育	100%可育	恢复系
	MsmsRfRf	100%可育	100%可育	100%可育	恢复系
	msmsRfRf	100%可育	100%可育	100%可育	恢复系
	msmsRfrf	1:1	3:1	100%可育	
	msmsrfrf	100%不育(全不育系)	1:1(杂合两型系)	100%可育	临保系

[0006] 根据其遗传性, 两型系内不育株与可育株杂交, 世代间的基因型相同, 而且 2 种基因型各占 50%, 因而能稳定遗传。纯合两型系能稳定保持纯合型不育株, 杂合两型系能稳定保持杂合型不育株。

[0007] 2 橙黄花的遗传性

[0008] 甘蓝型油菜鲜黄花 - 橙黄花性状由 2 对重叠基因控制, 当基因型为双隐性纯合 ($y_1y_1y_2y_2$) 时表现为橙黄花, 其余 8 种基因型都表现为鲜黄花。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于寻找一种简便、有效的方法, 使全不育系内的可育株与不育株间出现明显的形态差异, 容易被识别。

[0010] 利用原有技术, 全不育系所有植株的花瓣色泽与父、母本相同, 为鲜黄色, 因纯合两型系内迟拔或漏拔的可育株所产生的后代很难被识别、拔除。

[0011] 本项发明利用橙黄花的纯合两型系为母本, 鲜黄花的临保系为父本, 生产全不育系。即在临近开花时, 将纯合两型系内可育株尽可能全部拔除。由鲜黄花临保系对橙黄花

纯合两型系剩余不育株授粉,由此产生的后代全部为鲜黄花不育株。尽管纯合两型系内迟拔或漏拔的可育株会对不育株授粉以及漏拔的可育株会自花授粉,由此产生的可育株仍表现为橙黄花。在用全不育系与恢复系进行杂交制种时,这些橙黄花的可育株在鲜黄花的不育系内容易识别,被人工拔除后,能使杂交种的纯度提高到 95% 以上。

[0012] 本发明是这样实现的:

[0013] 1998 年,以甘蓝型油菜显性核不育纯合两型系 48AB 内的不育株(基因型为 Msmsrfrf)为母本,与双低油菜品种沪油 15(原名 9715)杂交, F_1 代 26 株全部为不育株(基因型为 Msmsrfrf)。然后以沪油 15 为轮回亲本回交,回交 BC_1 代表现为 15 株不育株(基因型为 Msmsrfrf),14 株可育株(基因型为 msmsrfrf)。从 BC_1 代群体中选不育株与沪油 15 继续回交,获得 BC_2 代,回交 BC_2 代表现为 27 株不育株(基因型为 Msmsrfrf),25 株可育株(基因型为 msmsrfrf)。该 BC_2 代群体就是甘蓝型油菜显性核不育杂合两型系沪油 15AB(不育株基因型为 Msmsrfrf,可育株基因型为 msmsrfrf)。

[0014] 自交系 93161 是从引自韩国的油菜品种荣选中选育的恢复系,它的恢复株率高,芥酸含量低于 1%,但硫甙含量偏高,达 $55 \mu\text{mol/g}$,而且熟期较晚。自交系 23010 是引自湖南省农科院的双低品系。我们于 1995 年用以上自交系配制杂交组合,1998 年在 $(9316 \times 23010)F_3$ 群体中选育获得 98-4416-1 单株,表现为较早熟、芥酸含量为 0.3%、硫甙含量 $18.5 \mu\text{mol/g}$ 。1999 年在区号为 99-3063 的 F_4 群体中选单株进行恢复性鉴定。2000 年田间鉴定结果表明,其恢复株率均达到 100%。该株系就是恢复系 HF03。

[0015] 橙黄花的纯合两型系选育:核不育杂合两型系沪油 15AB 内的不育株(基因型为 Msmsrfrf)为母本,与恢复系 HF03 杂交(基因型为 msmsRfRf),2001 ~ 2002 年区号为 02-247 的 F_1 代群体共计 165 株,全部表现为可育(基因型为 MsmsRfRf 和 msmsRfRf)(表 2)。从该群体中选择 2 株自然授粉植株,在 2002 ~ 2003 年,区号为 03-4216 的 F_2 代群体共计 138 株,全部表现为可育,说明 02-247-1 的基因型为 msmsRfRf;区号为 03-4217 的 F_2 代群体发生育性分离,149 株表现为可育,20 株表现为不育,说明 02-247-2 的基因型为 MsmsRfRf(表 2)。

[0016] 表 2 杂交组合(沪油 15A \times HF03) F_1 和 F_2 的育性表现

[0017]

年度	区号	世代	上年区号	上年基因型	可育	不育
2001~2002	02-247	F_1	沪油 15A \times HF03	Msmsrfrf \times msmsRfRf	165	0
2002~2003	03-4216	F_2	02-247-1	msmsRfRf	138	0
	03-4217	F_2	02-247-2	MsmsRfRf	149	20

[0018] 随后从 03-4217 群体中选择 6 株可育自交,在 2003 ~ 2004 年度有 5 个 F_3 代群体发生育性分离。区号为 04-4307 的 F_3 代群体发生育性和花瓣色泽的分离,70 株为鲜黄花可育、22 株为鲜黄花不育、30 株为橙黄花可育、9 株为橙黄花不育(表 3)。

[0019] 表 3 杂交组合(沪油 15A \times HF03) F_3 的育性表现

[0020]

年度	区号	世代	上年		鲜黄花		橙黄花		不育株率(%)
			区号	基因型	可育	不育	可育	不育	
2003~2004	04-4307	F ₃	03-4217B1	MsMsRfrf	70	22	30	9	23.7
	04-4308	F ₃	03-4217B3	MsmsRfrf	134	25	0	0	18.7
	04-4309	F ₃	03-4217B6	MsMsRfrf	166	45	0	0	27.1
	04-4310	F ₃	03-4217B7		154	0	0	0	0.0
	04-4311	F ₃	03-4217B11	MsMsRfrf	129	37	0	0	28.7
	04-4312	F ₃	03-4217B12	MsMsRfrf	140	36	0	0	25.7

[0021] 根据油菜显性核不育的遗传规律,区号为 04-4307 的 F₃ 代群体共计 131 株,31 株为不育,经适合性测验,符合 3 : 1 的育性分离理论比例 ($\xi^2_{3:1} = 0.0636$),不符合 13 : 3 的育性分离理论比例 ($\xi^2_{13:3} = 17.0337$)。这一结果说明,03-4217B1 单株的基因型为 MsMsRfrf。因此,区号为 04-4307 的 F₃ 代群体中不育株的基因型为 MsMsrfrrf,可育株有 2 种基因型,MsMsRfrf 基因型自交将出现育性分离,MsMsRFRf 基因型自交将表现为全可育。

[0022] 根据油菜橙黄花的遗传规律,从 04-4307 的 F₃ 代群体中选橙黄花可育株自交,并与橙黄花不育株作兄妹交,F₄ 和 F₃SM₁ 代全部表现为橙黄花。这一结果说明,F₄ 和 F₃SM₁ 代的花色基因型为 y₁y₁y₂y₂。

[0023] 表 4 杂交组合 (沪油 15A×HF03)F₄、F₃ 兄妹交组合及 F₃ 测交组合的育性表现

[0024]

年度	区号	世代	上年区号	育性基因型	花色基因型	不育	可育
2004~2005	05-4347	F ₄	04-4307B1	MsMsRfRf	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	0	121
	05-4348	F ₄	04-4307B2	1MsMsrfrrf:3MsMsRf-	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	23	75
	05-4349	F ₄	04-4307B3	MsMsRfRf	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	0	136
	05-4350	F ₄	04-4307B4	1MsMsrfrrf:3MsMsRf-	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	36	85
	05-4351	F ₄	04-4307B6	MsMsRfRf	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	0	115
	05-4352	F ₄	04-4307B8	1MsMsrfrrf:3MsMsRf-	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	34	120
	05-4353	F ₄	04-4307B9	MsMsRfRf	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	0	153
	05-4354	F ₄	04-4307B5	1MsMsrfrrf:3MsMsRf-	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	9	28
	05-4355	F ₄	04-4307B7	1MsMsrfrrf:3MsMsRf-	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	12	33
	05-4356	F ₃ SM ₁	04-4307A1×B4	1MsMsrfrrf:1MsMsRfRf	y ₁ y ₁ y ₂ y ₂	16	18
	05-4357	F ₃ TC	04-4307A1×沪 15	Msmsrfrrf	Y ₁ y ₁ --	35	0
	05-4358	F ₃ TC	04-4307A2×沪 15	Msmsrfrrf	Y ₁ y ₁ --	58	0
	05-4359	F ₃ TC	04-4307A3×沪 15	Msmsrfrrf	Y ₁ y ₁ --	28	0

[0025] 2004 ~ 2005 年度区号为 05-4347 ~ 05-4355 的 9 个 F₄ 代群体,无一例外地表现为橙黄花 (表 4)。区号为 05-4356 的兄妹交组合也全部为橙黄花,同时出现育性分离,18 株为可育,16 株为不育,符合 1 : 1 的育性分离理论比例 ($\xi^2_{1:1} = 0.0294$)。该兄妹交组合的父本、区号为 05-4350 的可育株也全部为橙黄花,其中 85 株为可育,36 株为不育,符合

3 : 1 的育性分离理论比例 ($\chi^2_{3:1} = 1.2149$)。根据上述结果推断结果,05-4356 的兄妹交组合就是显性核不育橙黄花纯合两型系,不育株基因型为 MsMsrfry₁y₁y₂y₂,可育株基因型为 MsMsRrfry₁y₁y₂y₂。

[0026] 同时,从 04-4307 群体中选择的 3 株橙黄花不育株与鲜黄花临保系沪 15 测交,3 个测交组合分别为 35 株、58 株和 31 株,均表现为鲜黄花不育(表 4)。这一结果说明 04-4307 的 F₃ 代群体中所有不育株的基因型为 MsMsrfrf,该群体的可育基因型为 2MsMsRrf:1MsMsRfRf,进一步证实了 03-4217B1 单株的基因型为 MsMsRrf。

[0027] 橙黄花纯合两型系应用模式

[0028] 1 全不育系生产模式:母本为橙黄花的纯合两型系,父本为鲜黄花的临保系。

[0029] 移栽期:父、母本行比为 1 : 4 ~ 1 : 6

[0030]

父本	母本	父本	母本	父本	母本	父本
M	♂ ♀ ♀ ♂	M	♀ ♂ ♂ ♀	M	♂ ♀ ♀ ♂	M
M	♀ ♀ ♂ ♂	M	♂ ♂ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♂ ♂	M
M	♂ ♀ ♂ ♀	M	♂ ♀ ♂ ♀	M	♂ ♀ ♂ ♀	M
M	♀ ♂ ♂ ♀	M	♂ ♀ ♀ ♂	M	♀ ♂ ♂ ♀	M
M	♂ ♂ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♂ ♂	M	♂ ♂ ♀ ♀	M

[0031] 初花期:纯合两型系内少量可育株没有被及时拔除。

[0032]

父本	母本	父本	母本	父本	母本	父本
M	♀ ♀	M	♀ ♂ ♀	M	♀ ♀	M
M	♀ ♀ ♂	M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀	M
M	♀ ♂ ♀	M	♀ ♂ ♀	M	♂ ♀ ♀	M
M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♂ ♀	M
M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♀	M

[0033] 终花期:纯合两型系内个别可育株没有被拔除。

[0034]

父本	母本	父本	母本	父本	母本	父本
M	♀ ♀	M	♀ ♀	M	♀ ♀	M
M	♀ ♀	M	♀ ♀	M	♀ ♀	M
M	♀ ♂ ♀	M	♀ ♂ ♀	M	♀ ♀	M
M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♂ ♀	M
M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♀	M	♀ ♀ ♀	M

[0035] 终花后,将父本全部拔除,成熟后从母本植株上收获的种子为全不育系。

[0036] 2 杂交制种模式:母本全不育系,父本为恢复系。

[0037] 初花期:全不育系内的橙黄花可育株容易被识别。

[0038]

父本	母本				父本	母本				父本	母本				父本
R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♂	♀	♀	R
R	♀	♀	♂	♀	R	♀	♀	♂	♀	R	♀	♀	♀	♀	R
R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R
R	♀	♂	♀	♀	R	♀	♂	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R
R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♂	♀	R

[0039] 盛花期：全不育系内的橙黄花可育株被拔除。

[0040]

父本	母本				父本	母本				父本	母本				父本
R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R	♀		♀	♀	R
R	♀	♀		♀	R	♀	♀		♀	R	♀	♀	♀	♀	R
R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R
R	♀		♀	♀	R	♀		♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R
R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀	♀	♀	R	♀	♀		♀	R

[0041] 成熟后从母本植株上收获的种子为杂交种的种子。

[0042] 注：M 为临保系；♂为可育株；♀为不育株；R 为恢复系。

[0043] 五比较

[0044] 1 原有方法：甘蓝型油菜显性核不育三系制种技术（专利号 CN89109310.9）

[0045] 采用纯合两型系、临保系、恢复系三系配套的制种技术，即用纯合两型系与临保系测交产生全不育系，再用全不育系与恢复系配制杂交种的技术。

[0046] 纯合两型系内 50% 的植株表现为不育，另外 50% 表现为可育，其中的可育株对不育株授粉，其后代的育性分离符合 1：1（图 2），而相应可育株自交后代的育性分离 3：1。

[0047] 为了获得不育株率达到 100% 的全不育系，唯一的方法是在临近开花前，将纯合两型系内的可育株完全拔除，用临保系对纯合两型系内剩余 50% 不育株授粉，其后代的不育株率就能达到 100%（图 3）。

[0048] 但是，在临近开花前，纯合两型系内的不育株与可育株没有形态差异，二者随机交融成一个整体。只有在开花后，通过观察其雄蕊退化与否才能将这二者进行区分。因此在生产实际中不可能将纯合两型系内的可育株及时、彻底地拔除，也就是个别可育株没有被及时拔除或没有被拔除。迟拔或漏拔的可育株不仅会对不育株授粉，而且漏拔的可育株会自花授粉，其后代中出现不同数量可育株。其结果是全不育系的不育株率下降到 95% 甚至更低。在用全不育系与恢复系进行杂交制种时，这些可育株与不育株间也没有明显的形态差异，难以被人工识别、拔除，使杂交种的纯度下降到 90% 甚至更低。

[0049] 2 本发明

[0050] 我们的发明是选育橙黄花的纯合两型系。以橙黄花的纯合两型系为母本，鲜黄花的临保系为父本。在临近开花时，将纯合两型系内可育株尽可能全部拔除。由鲜黄花临保系对橙黄花纯合两型系剩余不育株授粉，由此产生的后代全部为鲜黄花不育株。尽管纯合两型系内迟拔或漏拔的可育株会对不育株授粉以及漏拔的可育株会自花授粉，由此产生的可育株仍表现为橙黄花。在用全不育系与恢复系进行杂交制种时，这些橙黄花的可育株在鲜黄花的全不育系内容易识别（图 4），被人工拔除后，能确保杂交种的纯度达到 95% 以上。

附图说明

- [0051] 图 1 两型系的遗传模式。
[0052] 图 2 纯合两型系的遗传模式。
[0053] 图 3 生产全不育系的遗传模式。
[0054] 图 4 用橙黄花纯合两型系与鲜黄花临保系生产鲜黄花全不育系的遗传模式。
[0055] 图 5 流程图。

具体实施方式

- [0056] 实例 1
[0057] 06-4310 的上区号为 05-4356A1×4356B1, 21 株全部为橙黄花, 其中 12 株为可育株, 9 株为不育株, 符合 1 : 1 的分离比例。06-4319 的上区号为 05-4356B1, 104 株全部为橙黄花, 其中 81 株为可育株, 23 株为不育株, 符合 3 : 1 的分离比例。
[0058] 实例 2
[0059] 06-4311 的上区号为 05-4356A1×4356B3, 34 株全部为橙黄花, 其中 17 株为可育株, 17 株为不育株, 符合 1 : 1 的分离比例。06-4320 的上区号为 05-4356B3, 60 株全部为橙黄花, 其中 44 株为可育株, 16 株为不育株, 符合 3 : 1 的分离比例。
[0060] 实例 3
[0061] 05-4330 的母本 04-4356 为橙黄花纯合两型系、父本 04-3091 为鲜黄花临保系沪油 15, 该群体 26 株全部为鲜黄花不育株 (表 5)。
[0062] 实例 4
[0063] 05-4331 的母本为 04-4356 为橙黄花纯合两型系、父本 04-3091 为鲜黄花临保系沪油 15, 该群体 62 株全部为鲜黄花不育株 (表 5)。
[0064] 实例 5
[0065] 04-4357 的母本为 03-4307A1 群体中的橙黄花不育株、父本 3085-1 为鲜黄花临保系沪油 15, 该群体 35 株全部为鲜黄花不育株 (表 5)。
[0066] 实例 6
[0067] 04-4358 的母本为 03-4307A2 群体中的橙黄花不育株、父本 3085-2 为鲜黄花临保系沪油 15, 该群体 56 株全部为鲜黄花不育株 (表 5)。
[0068] 实例 7
[0069] 04-4358 的母本为 03-4307A3 群体中的橙黄花不育株、父本 3085-2 为鲜黄花临保系沪油 15, 该群体 28 株全部为鲜黄花不育株 (表 5)。
[0070] 表 5 橙黄花纯合两型系与鲜黄花临保系杂交后代的性状表现

年份	区号	上年区号	株数	性状表现	
[0071]		4357	4307A1×3085-1	35	鲜黄花不育株
	2004~2005	4358	4307A2×3085-2	56	鲜黄花不育株
		4359	4307A3×3085-2	28	鲜黄花不育株
2005~2006		4330	04-4356A1×04-3091	26	鲜黄花不育株
		4331	04-4356A2×04-3091	62	鲜黄花不育株

[0072] 橙黄花的纯合两型系选育

[0073] 以核不育杂合两型系沪油 15AB 内的不育株（基因型为 Msmsrfrf）为母本，与恢复系 HF03 杂交（基因型为 msmsRfRf），F₁ 代群体共计 165 株，全部表现为可育（基因型为 MsmsRfRf 和 msmsRfRf）。从 F₁ 代群体中选择 2 株自然授粉植株。区号为 03-4216 的 F₂ 代群体共计 138 株，全部表现为可育，说明 02-247-1 的基因型为 msmsRfRf；区号为 03-4217 的 F₂ 代群体发生育性分离，149 株表现为可育，20 株表现为不育，说明 02-247-2 的基因型为 MsmsRfRf。

[0074] 随后从区号为 03-4217 的 F₂ 群体中选择 6 株可育自交，5 个 F₃ 代群体发生育性分离。区号为 04-4307 的 F₃ 代群体发生育性和花瓣色泽的分离，70 株为鲜黄花可育、22 株为鲜黄花不育、30 株为橙黄花可育、9 株为橙黄花不育。

[0075] 根据油菜显性核不育的遗传规律，区号为 04-4307 的 F₃ 代群体共计 131 株，31 株为不育，经适合性测验，符合 3 : 1 的育性分离理论比例（ $\xi^2_{3:1} = 0.0636$ ），不符合 13 : 3 的育性分离理论比例（ $\xi^2_{13:3} = 17.0337$ ）。这一结果说明，03-4217B1 单株的基因型为 MsMsRfRf。因此，区号为 04-4307 的 F₃ 代群体中不育株的基因型为 MsMsrfRf，可育株有 2 种基因型，MsMsRfRf 基因型自交将出现育性分离，MsMsRfRf 基因型自交将表现为全可育。

[0076] 根据油菜橙黄花的遗传规律，从 04-4307 的 F₃ 代群体中选橙黄花可育株自交，并与橙黄花不育株作兄妹交，F₄ 和 F₃SM₁ 代将全部表现为橙黄花。这一结果说明，F₄ 和 F₃SM₁ 代的花色基因型为 y₁y₁1y₂y₂。

[0077] 2004 ~ 2005 年度区号为 05-4347 ~ 05-4355 的 9 个 F₄ 代群体，无一例外地表现为橙黄花（表 4）。区号为 05-4356 的兄妹交组合也全部为橙黄花，同时出现育性分离，18 株为可育，16 株为不育，符合 1 : 1 的育性分离理论比例（ $\xi^2_{1:1} = 0.0294$ ）。该兄妹交组合的父本、区号为 05-4350 的可育株也全部为橙黄花，其中 85 株为可育，36 株为不育，符合 3 : 1 的育性分离理论比例（ $\xi^2_{3:1} = 1.2149$ ）。根据上述结果推断结果，05-4356 的兄妹交组合就是显性核不育橙黄花纯合两型系，不育株基因型为 MsMsrfRfy₁y₁y₂y₂，可育株基因型为 MsMsRfRfy₁y₁y₂y₂。



图 1

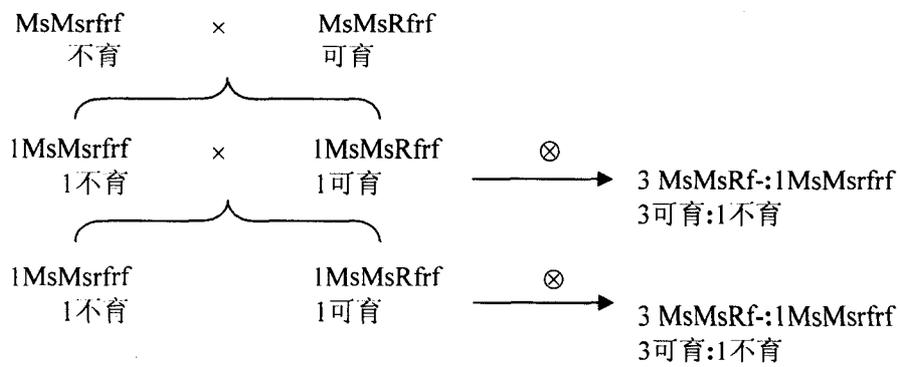


图 2

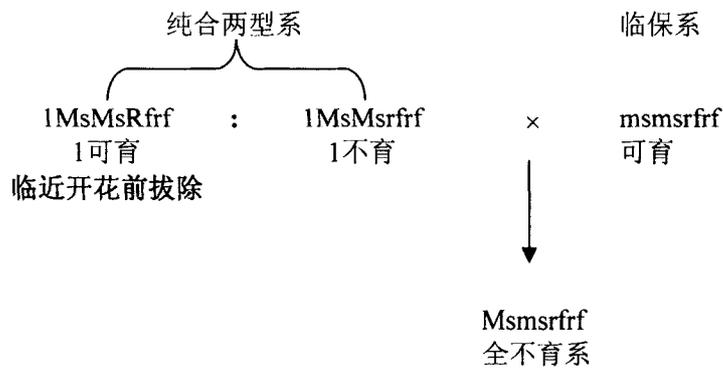


图 3

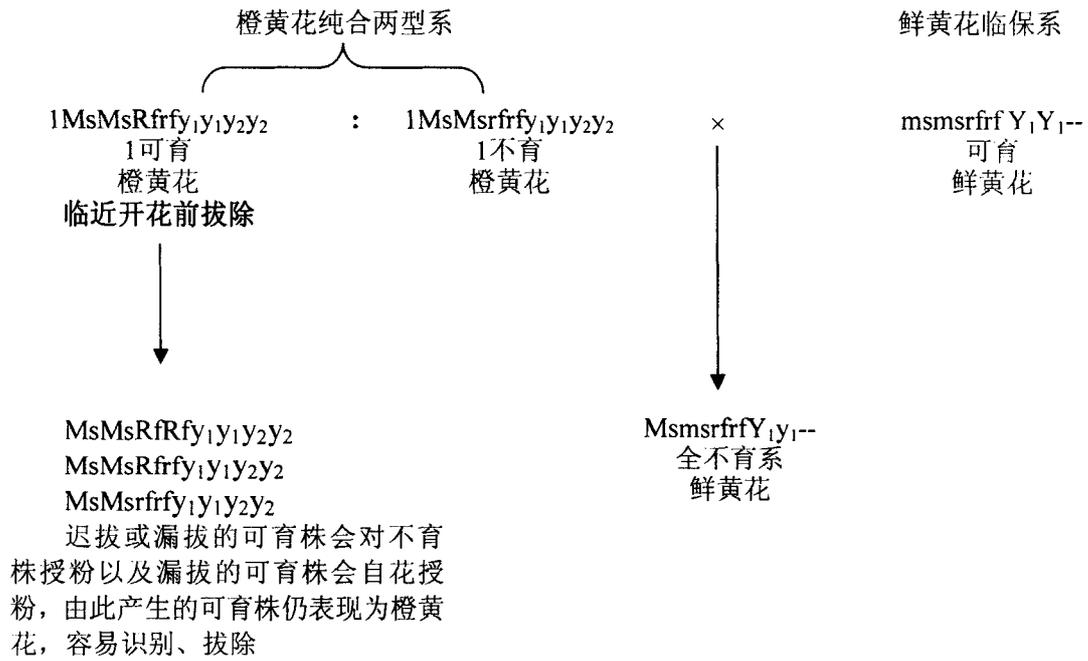


图 4

