

萝卜雄性不育恢复基因的遗传及恢保关系的研究

张 丽¹ 魏毓棠² 李霄燕^{*} 宫国义¹

(¹ 北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100089; ² 沈阳农业大学园艺学院, 沈阳 110161)

摘 要: 利用萝卜雄性不育系、保持系及恢复系, 系统研究了育性恢复基因的遗传、恢复系的细胞质育性以及3种不育细胞质之间的恢保关系。结果表明: 育性恢复系由细胞核内一对或两对显性基因控制, 其细胞质为可育细胞质。恢复系基因型为 $N (Ms_1Ms_1Ms_2ms_2)$ 、 $N (Ms_1ms_1Ms_2Ms_2)$ 、 $N (Ms_1Ms_1ms_2ms_2)$ 、 $N (ms_1ms_1Ms_2Ms_2)$ 。3种萝卜雄性不育细胞质的恢保关系不同, 表明它们属于不同类型的不育细胞质。

关键词: 萝卜; 质核互作雄性不育; 育性恢复系; 遗传; 恢保关系

中图分类号: S 631.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2002) 04-0326-03

我国萝卜雄性不育系的选育及利用已居世界先进水平, 与其相关的研究也较多。何启伟等^[1]认为中国萝卜 (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus* Bailey) 雄性不育的遗传属质-核互作型, 由细胞质基因和细胞核基因共同控制。张丽等^[2]认为四季萝卜 (*R. sativus* L. var. *radiculus* Pers) 具有与中国萝卜相似的遗传规律。关于萝卜雄性不育育性恢复性的遗传研究尚未见报道。近年来, 不育细胞质的单一现象已引起育种学家重视。20世纪70年代初, 美国大量种植玉米 CMS-T 杂种, 细胞质的单一性造成生产上对外界胁迫抵抗的脆弱性, 结果普遍感染玉米小斑病而导致大减产^[3]。这一现象促使育种学家去发现或创造更多的不育细胞质源, 并将其分类。关于萝卜不育细胞质分类的研究尚未见报道。基于以上情况, 作者系统研究了萝卜雄性不育恢复性的遗传, 以及3种萝卜雄性不育细胞质之间的恢保关系, 并将萝卜不育细胞质进行分类, 以便为其选育和利用提供理论依据。

1 材料与方法

材料为灯笼红萝卜雄性不育系 DA, 保持系 DB, 恢复系 R_1 、 R_2 ; 金花薹萝卜雄性不育系 JA, 保持系 JB, 恢复系 R_3 、 R_4 ; 春夏萝卜雄性不育系 SA, 保持系 SB; 18个萝卜可育品系。

利用两个萝卜雄性不育系 DA、JA 和各自的恢复系 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 配制 F_1 代, F_2 代和两个回交世代 BC_{1a} (不育系 $\times F_1$)、 BC_{1b} ($F_1 \times$ 保持系)。花期调查各世代的育性分离比例, 以确定细胞核内控制育性恢复性的基因对数。利用恢复系与保持系杂交, 经自交得 F_2 代, 花期调查 F_2 代的育性表现, 确定恢复系的细胞质育性。用18个可育品系对3种萝卜不育细胞质进行测交, 花期调查 F_1 代的育性分离情况。 χ^2 测验分析育性分离比例, 所用公式为: $\chi^2 = [A - ra] - (r + 1) / 2 \}^2 / rn$ 。

2 结果与分析

2.1 萝卜雄性不育育性恢复基因的遗传表现

以萝卜雄性不育系为母本, 恢复系为父本配制 F_1 代, 从 F_1 代中随机选择植株配制 F_2 代、 BC_{1a} 、 BC_{1b} 等世代, 对各分离世代的育性进行鉴定, 结果见表1。

DA、JA 与不同恢复系杂交时, 后代表现两种育性分离情况。一种是 F_2 代分离比例为 15 : 1 和 3 : 1, 相应的两个回交世代为 3 : 1 和 1 : 1; 另一种是 F_2 分离比例为 3 : 1, 相应的两个回交世代为 1 : 1。这表明, 不同恢复系内的育性恢复基因对数不同。当 F_2 代表现 15 : 1 和 3 : 1 分离比例, 回交世代表现

收稿日期: 2001 - 08 - 17; 修回日期: 2001 - 11 - 09

*现工作于山西省种子总公司。

3 1 和 1 1 分离比例时，恢复性由核内 2 对显性基因 $Ms_1Ms_1Ms_2ms_2$ 或 $Ms_1ms_1Ms_2Ms_2$ 控制；当 F_2 代表现 3 1 分离比例，回交世代表现 1 1 分离比例时，恢复性由 1 对显性基因（或认为由 1 对隐性纯合基因） $Ms_1Ms_1ms_2ms_2$ 或 $ms_1ms_1Ms_2Ms_2$ 控制。

2.2 萝卜雄性不育性恢复系细胞质的育性

根据恢复系与保持系杂交后 F_2 代的表现，可以判别恢复系的细胞质育性，若恢复系的细胞质是可育细胞质，则 F_2 代无不育株产生；若恢复系的细胞质是不育细胞质，则 F_2 代将分离出一定比例的不育株。本试验结果（表 2）表明，各恢复系与保持系的 F_2 代均无不育株出现，因而灯笼红萝卜恢复系的细胞质为可育细胞质 N，基因型为 $N(Ms_1Ms_1Ms_2ms_2)$ 、 $N(Ms_1ms_1Ms_2Ms_2)$ 、 $N(ms_1ms_1Ms_2Ms_2)$ 、 $N(Ms_1Ms_1ms_2ms_2)$ 。

2.3 3 种萝卜雄性不育细胞质基因恢保关系的研究

3 种不同的萝卜雄性不育系与不同来源的品系杂交时， F_1 代的育性表现见表 3。

表 2 萝卜雄性不育恢复系与保持系杂交 F_2 代的育性表现

Table 2 Fertility of F_2 progenies from the crosses between restorers and maintainers

组 合 Combinations	总株数 Total	可育株 Fertile	不育株 sterile	理论比例 Ratio $\chi^2_{0.05,1} = 3.841$
R ₁ /DB	46	46 0		1 0
R ₂ /DB	32	32 0		1 0
R ₃ /JB	26	26 0		1 0
R ₄ /JB	28	28 0		1 0

表 1 萝卜雄性不育系与恢复系杂交后代的育性分离

Table 1 Fertility segregation of progenies from crosses between male sterile lines and restorers in radish

组 合 Combinations	世 代 Generations	总株数 Total	可育株 Fertile	不育株 sterile	理论比例 Ratio $\chi^2_{0.05,1} = 3.841$
DA/ R ₁	F ₁	22	22 0		1 0
	F ₂	59	54 5		15 1 0.191
		68	49 19		3 1 0.177
	BC _{1a}	49	39 10		3 1 0.333
		29	14 15		1 1 0.000
	BC _{1b}	44	38 6		3 1 2.455
		45	24 21		1 1 0.089
DA/ R ₂	F ₁	18	18 0		1 0
	F ₂	81	59 22		3 1 0.103
	BC _{1a}	55	31 24		1 1 0.655
	BC _{1b}	51	23 28		1 1 0.314
JA/ R ₃	F ₁	38	38 0		1 0
	F ₂	64	58 6		15 1 0.600
		38	28 10		3 1 0.000
	BC _{1a}	46	37 9		3 1 0.464
JA/ R ₄		52	27 25		1 1 0.019
	BC _{1b}	46	38 8		3 1 0.072
		37	23 14		1 1 1.730
	F ₁	17	17 0		1 0
	F ₂	56	40 16		3 1 0.214
	BC _{1a}	60	34 26		1 1 0.817
	BC _{1b}	21	12 9		1 1 0.191

表 3 3 种萝卜雄性不育系 × 品系 F_1 的育性分离

Table 3 Fertility segregation of F_1 between male sterile lines and male fertile lines in radish

品 系 Male fertile lines	DA		JA		SA		品 系 Male fertile lines	DA		JA		SA	
	可育 Fertile	不育 Sterile	可育 Fertile	不育 Sterile	可育 Fertile	不育 Sterile		可育 Fertile	不育 Sterile	可育 Fertile	不育 Sterile	可育 Fertile	不育 Sterile
Q ₁ -2	18	0	18	6	11	5	B ₃ -2	22	0	29	0	32	29
Q ₂ -1	19	0	32	0	43	0	B ₄ -3	29	0	0	18	46	39
Q ₃ -4	4	10	23	11	40	0	B ₅ -3	11	0	17	0	30	0
Q ₄ -6	15	0	21	0	28	0	B ₇ -1	29	0	25	0	32	0
Q ₅ -2	18	0	28	0	32	0	B ₈ -4	18	8	0	24	33	30
Q ₆ -3	16	6	46	15	26	10	B ₉ -3	11	12	24	23	30	29
Q ₇ -1	0	15	0	13	9	3	B ₁₀ -1	0	38	0	29	0	36
B ₁ -1	0	23	0	24	0	38	B ₁₂ -3	0	38	0	31	0	42
B ₂ -1	9	10	19	0	24	21	B ₁₂ -4	0	46	15	14	0	34

从表 3 可以看出：用 18 个品系与 3 个雄性不育系杂交时，恢保关系不完全相同。品系 Q₂、Q₄、Q₅、B₅、B₇ 能够恢复 3 个不育系的育性，是通用恢复系；B₁₀、B₁₂-3 品系能保持 3 个不育系的育性，是通用保持系；Q₆、B₁、B₂、B₉ 是它们的部分恢复系；其它品系对 3 个不育系的恢保关系不一致。例如：Q₇ 是 DA、JA 的保持系，却对 SA 部分恢复；B₄ 是 DA 的恢复系，却是 JA 的保持系；B₈ 对 DA、

SA 部分恢复, 却能保持 JA 的不育性; B₁₂-4 是 DA、SA 的保持系, 却对 JA 部分恢复。不同品系对 3 种不育系的恢保关系不同, 说明这 3 种萝卜雄性不育细胞质属不同类型的不育细胞质。

3 讨论

植物雄性不育从控制育性的核基因数目上报道最多的是质量性状的简单遗传或主效基因效应, 这体现了雄性不育恢复基因的多型性。从本试验结果也可以看出, 萝卜雄性不育系的不同恢复系内恢复基因的对数不同, 有的带有 1 对恢复基因, 有的带有 2 对恢复基因。萝卜是一个地域性很强、分化复杂的物种, 其品种间核内遗传物质必然会存在很大差异, 这可能导致了恢复基因的多型性。

同一类型的雄性不育细胞质, 对外界环境的适应性是有限的。若长期将由单一不育细胞质选育的杂种一代用于生产, 很可能由于不适应某种逆境而失去使用价值。因此, 正确地将雄性不育细胞质分类是使用不同遗传型雄性不育系的前提和基础。根据不同品系的雄性不育系恢保关系不同将不育系分类, 是细胞质雄性不育分类的一个主要方法。本研究按这种方法测定 3 个萝卜不育系的恢保关系, 发现它们属不同类型, 同时也不同于 Ogura 不育源, 因为 Ogura 不育源找不到合适的恢复系。本试验由于试材的限制, 没有研究其它所发现的萝卜雄性不育细胞质。随着试材的丰富, 有必要将所发现的萝卜雄性不育细胞质逐一研究, 进而将其分类。

参考文献:

- 1 何启伟, 石惠莲. 萝卜雄性不育系选育及遗传机制的研究. 中国农业科学, 1987, 20 (2): 26~33
- 2 张 丽, 沈向群, 赵国余. 春夏萝卜雄性不育系遗传规律的研究. 园艺学报, 1999, 26 (4): 238~243
- 3 张长宪. 作物细胞质雄性不育分类. 西北农业学报, 1996, 5 (3): 83~86
- 4 柯桂兰, 张鲁刚. 大白菜异源胞质雄性不育恢保关系的研究. 西北农业学报, 1993, 2 (1): 15~20
- 5 张鲁刚, 柯桂兰. 大白菜异源胞质雄性不育遗传规律及其恢复性的研究. 西北农业学报, 1994, 3 (3): 45~50

Inheritance of Restoring Genes for Cytoplasmic-nucleus Male Sterility in Radish (*Raphanus sativus* L.)

Zhang Li¹, Wei Yutang², Li Xiaoyan², and Gong Guoyi¹

(¹Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100089, China; ²Horticultural Department of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The inheritance of restoring genes for cytoplasmic-nucleus male sterility and the relationship between three sterile cytoplasm were studied using male sterile lines, maintainers and restorers of radish. The results indicated that the restoring line was controlled by one or two pairs of genes in nuclear. The cytoplasm was fertile one. The genotypes of restoring line were N (Ms₁Ms₁Ms₂ms₂), N (Ms₁ms₁Ms₂Ms₂), N (Ms₁Ms₁ms₂ms₂), N (ms₁ms₁Ms₂Ms₂). The relationship between the three cytoplasm was different which showed that they did not belong to the same types.

Key words: Radish; Cytoplasmic-nucleus male sterility; Restoring line; Inheritance

欢迎订阅 2003 年《蚕业科学》

《蚕业科学》是由中国蚕学会主办的蚕学专业学术期刊。季刊, 季末月 25 日出版, 大 16 开本。每期定价 7 元, 全年 28 元。全国各地邮局均可订阅, 亦可直接向编辑部订阅。邮发代号 28-23。编辑部地址: 江苏省镇江市中国农业科学院蚕业研究所, 邮编: 212018; 电话: 0511-5616835; 传真: 0511-5628183; E-mail: CYKE@chinajournal.net.cn