

芹菜隐性核基因雄性不育系转育研究

高国训^{1,3}, 靳力争¹, 任志雨², 鲁福成¹, 陆子梅⁴

(1. 天津市园艺工程研究所, 天津 300384; 2. 天津农学院, 天津 300384; 3. 天津市农业
高新技术示范园区管理中心, 天津 300381; 4. 天津市西青区农林局, 天津 300380)

摘要:以芹菜雄性不育两用系 01-3AB 为不育源, 根据其所携带的雄性不育隐性核基因和转育目标自交系相关性状的遗传特点设计转育方案, 通过杂交、自交、回交、成对兄妹交等方法, 向 3 个芹菜自交系转育核不育基因。转育结果表明, 获得的 3 个新芹菜雄性不育两用系不育性稳定, 结籽正常, 综合农艺性状优良, 相关性状与父本相同。

关键词:芹菜; 雄性不育隐性核基因; 转育

中图分类号: S636.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2009)03-0162-03

Transfer of the Recessive Male Sterile Gene in Celery

GAO Guo-xun^{1,3}, JIN Li-zheng¹, REN Zhi-yu², LU Fu-cheng¹, LU Zi-mei⁴

(1. Tianjin Institute of Horticultural Engineering, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; 3. Tianjin Agriculture High and New Technique Demonstrative Center, Tianjin 300381, China; 4. Agriculture and Forestry Bureau of Tianjin Xiqing District, Tianjin 300380, China)

Abstract: The male sterile two-purpose line 01-3AB of celery was used as a source of male sterility, the gene of recessive male sterility was transferred to the other three inbred lines as target parents, in accordance with the inheritance of the male sterility and concerned horticultural characters, by crossing, selfing, backcrossing and sibling. The results showed that three new two-purpose line bred from 01-3AB had complete male sterility, normal ability to seed, good horticultural characters similar to their male parents.

Key words: Celery; Recessive male sterile gene; Transfer

长期以来芹菜生产所使用的品种都是常规种, 其主要原因在于芹菜花器小、花量大、花期长而分散, 人工杂交制种的工作效率和杂交率都不高^[1]。利用雄性不育系进行杂交制种, 可以解决芹菜杂交育种这一难题。不过, 目前有关芹菜雄性不育系的研究报道还相当少, 国外只有美国加州大学 Quiros 等^[2]报道过一例野生芹菜雄性不育材料, 但至今没有用于杂交育种的后续报道。2002 年, 笔者发现芹菜雄性不育变异材料 01-3A, 其农艺性状优良, 败育彻底^[3,4], 不育性由隐性核基因控制, 可以稳定遗传。在此基础上, 选育出世界首例芹菜雄性不育两用系 01-3AB, 并成功应用于芹菜杂交育种, 育成一代杂交新品种津奇 1 号和津奇 2 号^[4]。为了发挥这个不育基因的更大作用, 本试验试图将其转育到更多的芹菜育种材料中, 进而选育出不同农艺性状的芹菜雄性不育两用系, 为今后培育不同类型的芹菜一代杂种奠定基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

芹菜雄性不育两用系 01-3AB 为不育源; 实心芹自交系 01-17、黄色种自交系 02-9、西芹自交系 03-2 为 3 个转育目标品系, 其主要农艺性状见表 1。

1.2 试验方法

试验以两用系 01-3AB 中的不育株 01-3A 为母本, 以 3 个转育目标品系为父本, 采用杂交、自交、回交、成对兄妹交等方法进行不育性转育。在杂交后代群体中选择用于回交、兄妹交的单株时, 先在营养生长期根据相关农艺性状表现, 选择保留那些与转育父本性状相同的植株, 淘汰那些与转育父本性状不同的植株, 在花期对保留下来的单株进行育性观察, 区分不育株和可育株, 以不育株为母本进行杂交操作。

收稿日期: 2009-03-20

基金项目: 天津市基础科学研究计划项目 (07JCYBJC12100)

作者简介: 高国训 (1967-), 男, 天津人, 副研究员, 硕士, 主要从事蔬菜育种研究。

表 1 两用系 01-3AB 与转育目标品系的主要农艺性状

试材 Materials	植株紧凑性 Stalk shape	叶柄颜色 Petiole color	叶片裂刻 Leaf tooth	株高/ cm Plant height	单株重/ g Weight per plant	叶柄长/ cm Petiole length	叶柄宽/ cm Petiole width	叶片数 Leaves number
01-3AB	紧凑	绿色	浅	75.8	510.0	34.7	1.7	9.0
01-17	开张	绿色	浅	78.3	504.0	39.4	1.2	10.5
02-9	紧凑	黄绿色	浅	65.1	272.5	34.4	1.5	8.7
03-2	紧凑	绿色	深	74.7	445.0	35.5	1.7	8.3

2 结果与分析

2.1 转育过程中各世代的育性表现

以芹菜雄性不育两用系 01-3AB 中的不育株 01-3A 为母本,以自交系 01-17、02-9、03-2 为转育目标品

系,分别进行杂交,得到的 3 个 F₁ 全部表现正常可育。F₁ 自交后得到 F₂ 群体,观察各个 F₂ 群体内植株的育性表现,发现育性出现分离。育性分离结果以卡平方法测定,可育株与不育株分离比例都符合 3 1 模式(表 2)。

表 2 01-3A 与转育目标品系杂交的 F₂ 和 BC₁ 育性表现

组合 Combinations	世代 Generations	不育株数 Sterile plants	可育株数 Fertile plants	期望比例 Ratio	χ ²
01-3A ×01-17	F ₂	35	125	1 3	0.675 0
	BC ₁	25	27	1 1	0.019 2
01-3A ×02-9	F ₂	25	86	1 3	0.243 2
	BC ₁	16	19	1 1	0.114 3
01-3A ×03-2	F ₂	26	79	1 3	0.003 2
	BC ₁	31	29	1 1	0.016 7

注: $\chi^2_{0.05,1} = 3.841$ 。

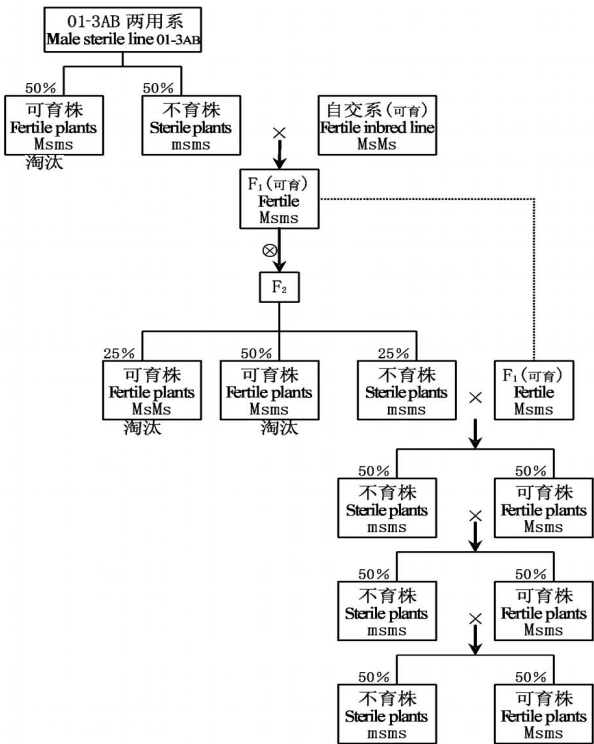
选择 F₂ 群体中的不育株作为母本,分别与各自的 F₁ 进行回交,回交一代 BC₁ 群体育性出现 1 1 的分离比例(表 2)。再以 BC₁ 群体中的不育株为母本,正常可育株为父本进行兄妹交,得到的后代群体同样出现 1 1 的育性分离,这说明经过这样的杂交转育操作,得到的后代育性遗传基本稳定。

2.2 转育过程中各世代的育性基因型分析

此前研究结果表明,芹菜雄性不育两用系 01-3AB 的不育性由一对隐性核基因 msms 控制^[5],01-17 等 3 个自交系育性基因型为纯合显性 MsMs,它们进行杂交得到的 F₁ 为杂合型 Msms,同样表现正常可育。表 2 结果显示,在杂合型的 F₁ 自交获得 F₂ 群体中,有 25 % 表现不育,其基因型为纯合隐性 msms,另外 75 % 表现正常可育,它们的基因型应该包含 25 % 纯合显性 MsMs 和 50 % 杂合型 Msms。如果用 F₂ 中的不育株与可育株进行兄妹交,其后代会出现数量明显不等的两种基因型:Msms 和 msms。本研究没有采取这种技术路线,而是利用 F₂ 中的不育株与 F₁ 进行回交,这样得到的 BC₁ 后代群体中不育株与可育株数量基本相等,其基因型也分别是 Msms 和 msms。图 1 显示了 01-3AB 两用系不育基因转育过程及各世代基因型。

2.3 转育过程中各世代的相关农艺性状变化与遗传分析

通过对 01-3A 与各个目标品系杂交转育的 F₁、



ms. 隐性不育基因;Ms. 显性可育基因。
ms. The gene of recessive male sterility;Ms. Fertile dominant gene.

图 1 01-3AB 两用系不育基因转育过程及各世代基因型
Fig.1 Genotypes of various generations in transferring process of male sterile line 01-3AB

F₂ 和 BC₁ 相关农艺性状的连续观察,发现这几个组合在 F₁ 都很整齐一致,而且它们的植株紧凑性、叶柄颜色和叶片裂刻都与母本 01-3A 保持基本一致。

到 F₂ ,则都出现明显的性状分离 ,01-3A ×01-17 的 F₂ 群体出现紧凑与开张两种植株类型 ,01-3A ×02-9 的 F₂ 群体出现绿色和黄绿色两种叶柄颜色 ,01-3A ×03-2 的 F₂ 群体出现浅裂刻和深裂刻两种叶片它们分离比例基本都符合 3 1 模式(表 3)。

从这几个组合的 F₂ 群体中分别选择与各自父本性状相同的不育株与 F₁ 回交 ,得到的 BC₁ 也出现性状分离现象 ,只是分离比例变为 1 1 模式(表 3)。由以上试验结果可以初步推断 ,芹菜株型开张对紧凑为隐性性状 ,叶柄黄绿色对绿色为隐性性状 ,叶片裂刻深对浅为隐性性状。

2.4 雄性不育两用系转育结果

从上述 3 个组合的 BC₁ 群体中选择与各自父本相同性状的不育株和可育株进行成对兄妹交 ,其后代群体相关性状都分别与各自父本相同 ,不育株率

都为 50 % ;分别从这些群体中再选择综合性状优良而且整齐一致的不育株和可育株进行成对兄妹交 ,淘汰那些综合性状欠佳及整齐一致性较差的单株 ,新构成的后代群体植株整齐性得到明显提高 ,相关性状与各自父本仍然保持相同 ,不育株率也仍为 50 %。如此连续 3 代进行定向选择并成对兄妹交 ,后代群体不仅稳定地表现出与各自父本基本相同的性状特点 ,而且整个群体的整齐一致性更好 ,不育株率也稳定在约 50 %。经过这样多代杂交转育和定向选择 ,本试验获得了 3 个新的芹菜雄性不育两用系(表 4) ,其中 01-17AB 为实芹类型 ,株型较为开张 ,叶柄较长而细 ,没有明显的缢痕 ,生长较快 ;02-9AB 为具有黄绿色叶柄的西芹类型 ,综合农艺性状非常接近于 02-9 ;03-2AB 的叶片与 03-2 一样 ,裂刻较深 ,成熟叶片显得小而直立。

表 3 01-3A 与转育目标品系杂交后代的相关农艺性状表现

Tab.3 Performance of concerned characters in F₁, F₂ and BC₁ of three combinations

组合材料 Combinations	相关性状 Concerned characters	F ₁	F ₂	BC ₁
01-3A ×01-17	植株形态	紧凑	紧凑 开张(3 1)	紧凑 开张(1 1)
01-3A ×02-9	叶柄颜色	绿色	绿色 黄绿色(3 1)	绿色 黄绿色(1 1)
01-3A ×03-2	叶片裂刻	浅裂刻	浅裂刻 深裂刻(3 1)	浅裂刻 深裂刻(1 1)

表 4 转育获得的 3 个新芹菜雄性不育两用系基本性状特点

Tab.4 Fertility and horticultural characters of three new male sterile two-purpose lines

试材 Materials	不育株率/ % Rate of sterile plants	不育度/ % Degree of sterile	品种类型 Varieties type	显著特点 Objective characters	株高/ cm Plant height	单株重/ g Weight per plant	叶柄长/ cm Petiole length	叶柄宽/ cm Petiole width	叶片数 Leaves number
01-17AB	50	100	实芹	株型开张	77. 6	503. 5	40. 2	1. 2	9. 8
02-9AB	50	100	西芹	叶柄黄绿色	64. 8	281. 0	34. 7	1. 5	8. 5
03-2AB	50	100	西芹	叶片裂刻深	75. 3	452. 1	36. 1	1. 6	8. 3

3 讨论

目前在我国各地芹菜生产中采用的品种有多种类型^[6] ,本试验从现在栽培较多的实心芹和西芹中 ,选择了 3 个具有明显特色和栽培价值的优良品系作为不育性转育目标材料 ,通过多代杂交转育和定向选择 ,获得了 3 个新的芹菜雄性不育两用系。因为本试验转育的不育基因为隐性核基因 ,3 个目标品种的特色性状也均为隐性性状 ,所以 ,本试验没有采取传统的回交法或二环系法^[7] ,而是采取了从 F₂ 中选择具有父本性状的不育株与 F₁ 回交的技术路线。实践证明这样做有两方面优点 ,一是可以有效加强转育目标品系对后代的遗传影响力 ;二是在对后代个体进行农艺性状选择时 ,可以更加方便快捷 ,对于加快不育系转育速度非常有利。

在转育过程中 ,本试验观察到各世代群体中的不育株雄蕊败育彻底 ,不受开花期气象条件剧烈变化的影响 ,不育性表现非常稳定 ,而结籽性能表现正

常 ,因此说 ,这 3 个新的两用系在以后芹菜育种中具有较大的实用价值。不过 ,从育种理论上 ,由于转育世代还较少 ,转育得到的两用系材料核置换尚不完全 ,还需要通过兄妹交和定向选择进一步完成。

参考文献:

[1] 张 燕,卢长明,赵新彬. 芹菜杂交技术初探[J]. 长江蔬菜,1998(11):29-30.

[2] Quiros C F,Rugama A,Dong Y Y, et al. Cytological and genetical studies of a male sterile celery[J]. Euphytica,1986,35:867-875.

[3] 高国训,靳力争,陆子梅,等. 芹菜雄性不育株的发现及其植物学特征[J]. 天津农业科学,2006,12(4):9-11.

[4] 陆子梅,高国训,靳力争,等. 芹菜雄性不育花药发育的细胞学观察[J]. 华北农学报,2007,22(1):120-122.

[5] 高国训,靳力争,陆子梅,等. 早春芹菜一代杂种‘津奇 2 号’[J]. 园艺学报,2008,35(5):777.

[6] 汤铨训,范树隆,李增恩,等. 芹菜品种现状及选育方向[M]//中国园艺学会成立六十周年纪念暨第六届年会论文集(蔬菜). 北京:万国学术出版社,1989:67-69.

[7] 王作义,杨凤梅,王志强,等. 辣椒雄性不育两用系选育转育及利用[J]. 北方园艺,1998(1):10-12.