

几个辣椒核质互作雄性不育材料的育性调查

马 越, 黄 炜, 吉 姣 姣, 巩 振 辉, 尹 川 川

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:在 5、7、9 月, 对 18 个辣椒核质互作雄性不育材料进行了花粉量、自然坐果率与单果种子数性状的调查。结果表明: 1A、2A、4A、6A、8A、13A、17A、18A 的花粉量均极少或没有, 自然坐果率和单果种子数在开花坐果期一直为 0, 属于稳定型不育型材料; 7A、12A、14A 的在供试时期内可以自然坐果, 但其单果种子数始终为 0, 也属于稳定型不育型材料; 3A、5A、9A、10A、11A, 可以坐果且有种子, 表现出部分不育; 15A、16A 属于环境敏感性的不育材料, 育性受环境因子的影响。

关键词:辣椒; CMS; 育性; 部分不育

中图分类号:S 641.303.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)11-0005-03

Peterson P A^[1] 首次报道辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 雄性不育, 辣椒雄性不育的遗传十分复杂, 在辣椒中既存在核基因控制的雄性不育 (GMS), 又存在核基因与细胞质基因共同作用的雄性不育 (CMS)^[1]。在辣椒 CMS 遗传体系中, 同时存在能稳定遗传的 CMS 不育性与受环境条件影响的雄性不育性。Peterson P A^[1] 与 Shifriss C^[2-3] 分别报导了辣椒 CMS 不育基因的表达受温度的影响。Zhang 等^[4] 报导了导致花粉的部分不育, 这可能由于受环境的影响或是其它数量基因控制的。因此温度的变换可能会导致育性的变化, 从完全不育到部分可育, 也可以使不育系自交或作为父本进行杂交^[5]。Yoo 等^[6] 通过 F₁ 代育性调查, 把辣椒育性分成 3 种类型: 保持型、恢复型、不稳定型。然而 Lee 等^[7] 把不稳定系又分成 2 种不同的类型, 一种是不稳定育性的雄性不育植株, 其育性可以通过低温短暂的恢复。另一种类型为部分可育植株, 其可以产生正常或畸形花粉粒, 导致其较低的坐果率^[8]。

巩振辉等^[9] 通过种间杂交与诱变相结合的技术, 已创制和选育了一批辣椒 CMS 材料, 但其育性情况及其

稳定性尚不明确。现通过对 18 个辣椒雄性不育材料进行育性分析, 旨在为选育和利用辣椒 CMS 提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的 18 份辣椒质核互作型雄性不育材料, 均由西北农林科技大学辣椒课题组提供。

1.2 试验方法

于 2011 年 4 月, 分别将 18 个辣椒雄性不育材料种植于西北农林科技大学园艺试验地大棚中, 按编号设置小区。每小区 2.5 m², 行株距 20 cm×10 cm, 单株种植, 按每个供试材料每株随机选取至少 5 朵花, 于 5 月参照 Guigas G 等^[5] 的方法观察统计不同供试材料的花粉量。分别在 5、7、9 月对无花粉、及少量花粉和少量花粉材料随机选取 10 株, 标记 40 朵花, 3 次重复, 待果实生理成熟后考察自然坐果率, 并统计其单果种子数。

1.3 数据分析

对不同供试材料, 在不同时期统计自然坐果率、单果种子数, 并进行 ANOVA 分析。试验数据采用 SAS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 花粉量的田间观测

由表 1 可知, 18 份辣椒 CMS 材料的花粉量田间观察中 1A、2A、3A、4A、6A、7A、8A、10A、11A、13A、14A、16A、17A、18A 的花药干裂、畸形, 花粉量极少或没有。5A、9A、12A、15A 部分植株有少量花粉, 花药干裂, 但周边有少量花粉散出。按照花粉量的多少, 在之后的试验中, 分别对供试材料的自然坐果率、单果种子数进行统

第一作者简介:马越(1986-), 男, 在读硕士, 现主要从事蔬菜生物技术与遗传育种研究工作。E-mail: mayue05yy@yahoo.com.cn。

责任作者:巩振辉(1957-), 男, 博士, 教授, 现主要从事蔬菜生物技术与遗传育种研究工作。E-mail: gzhhl68@yahoo.com.cn。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30771467); “十二五”农村领域国家科技计划资助项目(2011BAD12B00); 陕西省农业攻关计划资助项目(2011K02-09)。

收稿日期:2012-03-09

计分析,明确其育性类型。

2.2 供试材料自然坐果率、单果种子数的田间统计

分别在5、7、9月对有少量花粉量的5A、9A进行自然坐果率、单果种子数的田间统计分析。由表2可知,这2份供试材料在供试月份中可以自然坐果且有少量种子,表现出部分不育,并且自然坐果率在供试的月份差异显著($P<0.05$),随着月份的递增有增加的趋势,但总体的自然坐果率普遍低于10%;12A在5、7、9月的自然坐果率普遍大于10%,但其单果种子数却始终为0,即属于稳定型不育型材料。15A在5、7、9月的自然坐果率分别为 $(0.00 \pm 0.00)\%$ 、 $(2.50 \pm 0.50)\%$ 、 $(1.67 \pm 0.31)\%$,平均单果种子数分别为 0.0 ± 0.0 、 5.3 ± 1.5 、 6.0 ± 2.0 ,从早期的不可以坐果到后期可以少量坐果且有少量种子,说明15A的育性受温度等环境因素的影响,属于环境敏感性不育材料。

表2

少量花粉材料自然坐果率及单果种子数

Table 2 Rate of self-cross setting and seed number of CMS peppers with a small amount of pollen grains in field investigation

代号 Code	月份 Month	自然坐果率 Rate of self-cross setting/%	单果种子数 Seed number/粒	代号 Code	月份 Month	自然坐果率 Rate of self-cross setting/%	单果种子数 Seed number/粒
5A	5	$0.83 \pm 0.25ef$	$9.0 \pm 3.0ab$	12A	5	$10.83 \pm 2.00b$	$0.0 \pm 0.0d$
	7	$4.17 \pm 1.43cd$	$8.0 \pm 2.0abc$		7	$10.00 \pm 2.00b$	$0.0 \pm 0.0d$
	9	$5.00 \pm 1.41c$	$11.0 \pm 4.0a$		9	$14.17 \pm 2.50a$	$0.0 \pm 0.0d$
9A	5	$4.17 \pm 1.43cd$	$5.0 \pm 2.0bc$	15A	5	$0.00 \pm 0.00f$	$0.0 \pm 0.0d$
	7	$5.00 \pm 1.41c$	$5.3 \pm 4.0bc$		7	$2.50 \pm 0.50ed$	$5.3 \pm 1.5bc$
	9	$9.17 \pm 1.94b$	$4.7 \pm 1.2c$		9	$1.67 \pm 0.31ef$	$6.0 \pm 2.0bc$

注: $\bar{x} \pm SE$ 。不同小写字母表示不同材料不同月份间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: $\bar{x} \pm SE$. Different lowercase English letters in different month different materials had significant differences $P<0.05$. The same below.

表3

极少量或无花粉材料自然坐果率及单果种子数

Table 3 Rate of self-cross setting and seed number of CMS peppers with few or no visible pollen grains in field investigation

代号 Code	月份 Month	自然坐果率 Rate of self-cross setting/%	单果种子数 Seed number/粒	代号 Code	月份 Month	自然坐果率 Rate of self-cross setting/%	单果种子数 Seed number/粒
1A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$	10A	5	$2.5 \pm 0.2efg$	$4.3 \pm 2.1f$
	7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		7	$5.8 \pm 0.5bc$	$5.7 \pm 2.5ef$
	9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		9	$3.3 \pm 0.3def$	$7.0 \pm 2.0e$
2A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$	11A	5	$7.5 \pm 0.5b$	$12.0 \pm 2.0c$
	7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		7	$10.0 \pm 1.4a$	$14.0 \pm 2.0b$
	9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		9	$10.8 \pm 1.5a$	$18.0 \pm 2.0a$
3A	5	$3.3 \pm 1.4def$	$6.7 \pm 3.1e$	14A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	7	$1.7 \pm 1.2fg$	$1.0 \pm 2.0d$		7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	9	$4.2 \pm 2.0cde$	$12.0 \pm 2.0c$		9	$2.5 \pm 0.7efg$	$0.0 \pm 0.0g$
4A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$	13A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
6A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$	16A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0ef$
	7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		7	$1.7 \pm 0.4fg$	$5.0 \pm 2.0ef$
	9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		9	$2.5 \pm 0.7efg$	$6.0 \pm 2.0ef$
7A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$	17A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	7	$1.7 \pm 0.3fg$	$0.0 \pm 0.0g$		7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	9	$5.0 \pm 2.5cd$	$0.0 \pm 0.0g$		9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
8A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$	18A	5	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		7	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$
	9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$		9	$0.0 \pm 0.0g$	$0.0 \pm 0.0g$

表1 18个辣椒CMS材料花粉量田间调查

Table 1 Pollen quantity of 18 CMS peppers in field investigation

代号 Code	观察总株数 Total plants	++	+-	-
1A	36	0	0	36
2A	38	0	0	38
3A	30	0	0	30
4A	31	0	0	31
5A	44	0	10	34
6A	34	0	0	34
7A	34	0	0	34
8A	36	0	0	36
9A	32	0	8	24
10A	35	0	0	35
11A	32	0	0	32
12A	37	0	7	30
13A	39	0	0	39
14A	39	0	0	39
15A	40	0	5	35
16A	38	0	0	38
17A	35	0	0	35
18A	44	0	0	44
1B	40	40	0	0

注:“++”:有大量花粉。“+-”:有少量花粉。“-”:极少量花粉或没花粉。

1B:保持系植株。

由表 3 可知,对花粉量极少或没有的 1A、2A、3A、4A、6A、7A、8A、10A、11A、13A、14A、16A、17A、18A 分别在 5、7、9 月自然坐果率、单果种子数的田间统计中 7A、14A、16A,5 月的自然坐果率均为 $(0.0 \pm 0.0)\%$,7 月分别为 $(1.7 \pm 0.3)\%$ 、 $(0.0 \pm 0.0)\%$ 、 $(1.7 \pm 0.4)\%$,9 月分别为 $(5.0 \pm 2.5)\%$ 、 $(2.5 \pm 0.7)\%$ 、 $(2.5 \pm 0.7)\%$,从早期的不可以坐果到后期有少量坐果,但 7A、14A 单果种子数为 0,属于稳定型不育型材料,而 16A 有果实内有少量种子,即部分不育,说明 16A 的育性受温度等环境因素的影响,属于环境敏感性不育材料。3A、10A、11A 在 5、7、9 月自然坐果率和单果种子数偏低,有部分育性,即部分不育。1A、2A、4A、6A、8A、13A、17A、18A 的育性稳定,且始终保持不育,为今后辣椒 CMS 的研究利用提供试材。

3 结论与讨论

由于种间杂交与诱变相结合的技术,创制的辣椒 CMS 材料的不育机理不尽相同,所以育性的表现也不尽一致。该试验中 1A、2A、4A、6A、8A、13A、17A、18A 的育性稳定,属稳定型质核互作雄性不育材料,可以作为稳定的不育源用于辣椒 CMS 三系配套的选育和利用;有少量花粉的 12A 和花粉量极少或没有的 7A、14A,虽然可以坐果但单果种子数却始终为 0,也属于稳定型质核互作雄性不育材料,可以用于生产实践,但其不育机理尚不明确,有待进一步研究。具有少量花粉的 5A、9A,和田间观测花粉量极少或没有的 3A、10A、11A,表现出部分不育,在杂交制种中,易出现假杂种现象,其育种直接利用价值有待实践检验,但其无疑是遗传研究的好材料。Pákozdi 等^[10]报道了辣椒雄性不育植株中存在育性不稳定的植株。在该试验中发现,15A、16A 在 5 月自然坐果率与单果种子数为 0,但 7 月与 9 月可产生正常花

粉,并能自然坐果和生产有生活力的种子,属于典型的环境敏感型不育材料,其育性受环境因素的影响,在一代杂种利用中可选育为两用系加以利用。

在育种过程中,不育系的育性稳定性可以直接影响到杂交种的纯度和质量,所以明确和筛选雄性不育系育性稳定的植株,具有重要的现实意义。辣椒 CMS 稳定的不育性是育种中必须具备的条件,但其不稳定性,也可有利用的价值,比如可以利用这些材料进一步研究环境因素对育性的影响,使培育出环境敏感型不育系成为可能,此外可以研究育性不稳定的机理,为今后辣椒 CMS 的选育和新品种的开发提供理论依据。

参考文献

- [1] Peterson P A. Cytoplasmically inherited male sterility in *Capsicum* [J]. Am Nat, 1958, 92: 111-119.
- [2] Shifriss C. Male sterility in pepper (*Capsicum annuum* L.) [J]. Euphytica, 1997, 93: 83-88.
- [3] Shifriss C, Guri A. Variation in stability of cytoplasmic male sterility in *C. annuum* L. [J]. J Am Soc Hortic Sci., 1979, 104: 94-96.
- [4] Zhang B X, Huang S W, Yang G M, et al. Two RAPD markers linked to a major fertility restorer gene in pepper [J]. Euphytica, 2000, 113: 155-161.
- [5] Gulas G, Pakozdi K, Lee J S, et al. Analysis of Fertility Restoration by Using Cytoplasmic Male-sterile Red pepper (*Capsicum annuum* L.) Lines [J]. Breeding Science, 2006, 56: 331-334.
- [6] Yoo I W. The inheritance of male sterility and its utilization for breeding in pepper (*Capsicum* spp.) [D]. Kyung Hee University, 1990.
- [7] Lee D H. Studies on unstable fertility of CGMS (cytoplasmic genic male sterility) in *Capsicum annuum* L. [D]. Seoul National University, 2001.
- [8] Lee J, Yoon J B, Park H G. A CAPS marker associated with the partial restoration of cytoplasmic male sterility in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) [J]. Mol Breed, 2008, 21: 95-104.
- [9] 巩振辉, 黄炜, 吕元红, 等. 一种创制辣椒雄性不育材料的方法 [P]. 中国: ZL200510124552. 4, 2008-1-30.
- [10] Pakozdi K, Teller J, Alföldi Z, et al. Pepper (*Capsicum annuum* L.) cytoplasmic male sterility [J]. J Cent Eur Agric, 2002, 3: 149-158.

Investigation and Analysis on Fertility of Cytoplasmic Male-sterile Materials in *Capsicum annuum* L.

MA Yue, HUANG Wei, JI Jiao-jiao, GONG Zhen-hui, YIN Chuan-chuan

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Pollen quantity, natural rate of self-cross setting and the seed number of single-fruit of 18 cytoplasmic male sterile peppers were investigated in the field. The results showed that the 1A, 2A, 4A, 6A, 8A, 13A, 17A and 18A with no or few pollens, of which natural rate of self-cross setting and seed number of single-fruit was 0, was stable sterility. The 7A, 12A and 14A natural rate of self-cross setting in the three months have pepper setting, but its seed number of single-fruit was 0, that was stable sterility plants. The 3A, 5A, 9A, 10A, and 11A could cross, and had seed, that was the partial sterility. 15A, 16A was sterile plant with environmental condition, and sterility was affected by the environment factors.

Key words: *Capsicum annuum* L.; CMS; fertility; partial sterility