

# 辣椒CMS系及其保持系叶绿体超微结构观察比较

张茹<sup>1,2</sup>, 陈灵芝<sup>1</sup>, 魏兵强<sup>1,2</sup>, 王兰兰<sup>1,2</sup>

(1. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部园艺作物生物学与种质创制学科群西北地区蔬菜科学观测实验站, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 从辣椒胞质雄性不育系 8A、保持系 8B 为材料, 利用透射电镜观察两者叶片叶绿体超微结构, 探讨 CMS 与叶绿体结构的关系, 并比较其特性与差异, 揭示 CMS 机理。结果表明, 辣椒 CMS 系 8A 叶绿体结构发生变化, 表现为基粒片层之间界限模糊、消失, 发育滞后, 与基粒连接的类囊体不发达, 整个片层排列紊乱, 叶绿体数目减少; 保持系 8B 叶绿体形状为椭圆形, 基粒片层、类囊体均发育正常。辣椒胞质雄性不育系叶绿体数目较保持系减少, 结构、形状与保持系有所不同。

**关键词:** 辣椒; 胞质雄性不育; 不育系; 保持系; 叶绿体; 超微结构

**中图分类号:** S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)12-0013-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.005)

## Observation and Comparison of Chloroplast Microstructure in Cytoplasmic Male-sterile line and Maintainer Line of Chili Pepper

ZHANG Ru<sup>1,2</sup>, CHEN Lingzhi<sup>1</sup>, WEI Bingqiang<sup>1,2</sup>, WANG Lanlan<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Vegetable, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Northwestern Regional Vegetable Science Observation Experimental Station of Horticultural Crops biology and Germplasm Creation Group of the Ministry of Agriculture, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** The experiment was conducted with pepper CMS line 8A and its maintainer 8B as the chloroplast donors, the ultrastructure of chloroplast of both leaves was observed by transmission electron microscopy. The aim was to discuss the relationship between CMS and chloroplast microstructure and to reveal the mechanism of CMS by investigating chloroplast micro-structural characters in CMS male-sterile line and maintainer line. The results showed that the chloroplast structure of CMS line 8A of pepper was deformed, as the boundaries between the basal lamella were blurred and disappeared, the development was delayed, the thylakoid connecting with the grana was underdeveloped, the whole lamella arrangement was disordered, and the number of chloroplasts decreased. The shape of maintainer line 8B chloroplast was elliptic, and the basal lamella and thylakoid were all developed normally. The number of chloroplasts in the cytoplasmic male sterile lines of capsicum was less than that of the maintainer lines, and its structure and shape were different from maintainer lines.

**Key words:** Pepper; CMS; Sterile line; Maintain line; Chloroplast; Ultra microstructure

辣椒胞质雄性不育(Cytoplasmic Male Sterility, CMS)机理研究对于进一步阐述核质互作关系、小孢

收稿日期: 2018-10-09

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目(2017YFD0101903)、甘肃省自然科学基金项目(1606RJZA122)、甘肃省农业科学院博士基金项目(2016GAAS28)、甘肃省科技重大专项计划(17ZD2NA015)资助。

作者简介: 张茹(1978—), 女, 甘肃兰州人, 副研究员, 博士, 主要从事辣椒育种研究工作。联系电话: (0931)7616788。Email: zhangru@gasagr.ac.cn。

通信作者: 王兰兰(1962—), 女, 陕西岐山人, 研究员, 主要从事辣椒育种研究工作。联系电话: (0931)7616788。Email: lanlwang@126.com。

### 参考文献:

- [1] 曾剑波, 朱莉, 李琳, 等. 北京地区西瓜甜瓜栽培技术现状综述[J]. 中国瓜菜, 2014, 27(5): 68-70.
- [2] 李婷, 曾剑波, 陈艳利, 等. 北京地区秋季大棚小果型西瓜吊蔓栽培技术[J]. 中国瓜菜, 2013, 26(6): 52-53.
- [3] 马超, 曾剑波, 曾雄, 等. 北京地区春大棚小型西瓜吊蔓密植抢早栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2014(1): 83-85.
- [4] 马超, 曾剑波, 穆生奇, 等. 春大棚小型西瓜“2蔓1绳”不同栽培密度比较试验[J]. 中国园艺文摘, 2014(7): 19-20.

(本文责编: 郑丹丹)

子发育及小孢子败育机理起到推动作用。Peterson 等<sup>[1-2]</sup>于 1958 年首次报道了辣椒的胞质互作型雄性不育性,受到研究人员的广泛重视并进行了大量研究工作,使辣椒雄性不育研究工作不断深入。目前,辣椒胞质雄性不育研究与利用迅猛发展,许多研究单位已推出相应品种。数十家单位开展了辣椒雄性不育育种工作,也同时进行辣椒雄性不育机理的研究。

有研究证实,CMS 与线粒体之间密切相关<sup>[3]</sup>。但也有学者认为 CMS 与叶绿体也存在较大的相关性,而这种相关性主要集中在胞质雄性不育(CMS)系与保持系之间叶绿体超微结构上的差别<sup>[4]</sup>。众多研究表明,叶绿体结构的改变与 CMS 现象存在相关联:大白菜、玉米、油菜等作物的 CMS 可能与叶绿体超微结构相关<sup>[5-6]</sup>;不同型的不育系小麦叶绿体表现不同,其中 K、T 型不育系胞质叶绿体为圆形,叶绿体数量少于保持系;V 型不育系胞质为长椭圆形,叶绿体数量与保持系相当<sup>[7]</sup>。Hernould<sup>[8]</sup>认为叶片发育过程中叶绿体结构的改变有可能是叶绿体 DNA 的部分基因所引起的,而这部分基因决定着叶绿体结构,从而导致小孢子败育。有文献报导,以玉米和油菜为研究材料发现,叶绿体结构与不育性有一定的关系<sup>[4]</sup>,油菜不育系相对于保持系叶绿体类囊体片层数明显减少,基粒间的基质变细,以致断裂,片层排列紊乱。还有研究发现,玉米、甜菜及高粱的叶绿体类囊体膜,不育系和其保持系在 33kD 附近,肽斑的大小、数量与分布均有明显差异,推测叶绿体类囊体膜多肽组成与细胞质雄性不育性之间存在联系<sup>[9]</sup>。

辣椒胞质雄性不育与叶绿体结构之间是否相关联还未见详细报导。本研究通过对辣椒胞质雄性不育系及保持系之间叶绿体超微结构差异的观察,以期探讨辣椒胞质雄性不育与叶绿体结构的关系,为进一步揭示胞质雄性不育小孢子败育机理提供参考。

## 1 材料方法

### 1.1 供试材料

供试材料为辣椒胞质雄性不育系 8A 及其保持系 8B、育性正常的其它辣椒品种植株的 6 叶期幼嫩叶片。辣椒胞质雄性不育系 8A 及其保持系 8B,是甘肃省农业科学院蔬菜研究所辣椒课题组经过多代姊妹系回交选育而成的 1 对近等基因系,除

细胞质育性有差别外,其余性状几乎完全一致且遗传稳定,不育系的不育率为 100%<sup>[10-11]</sup>。

### 1.2 试验方法

各供试材料于 7 月初育苗,育苗温室正常管理。待各供试材料生长至 6 叶期,选择幼嫩叶片作为测试材料。参照袁凯等<sup>[7]</sup>已报导的方法,将材料切成小块(1 mm × 1 mm),用 3.5%戊二醛和 2%多聚甲醛混合液固定 2 d。经缓冲液漂洗后用 1%四氧化钨固定 6 h,乙醇梯度脱水,用 Epon812 环氧树脂渗透包埋,用 Rrichert-Jung ULTRACUTE 型超薄切片机切片,然后进行醋酸双氧铀和柠檬酸铅染色,在透射电镜下观察拍照并比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 辣椒胞质雄性不育系 8A 与辣椒胞质雄性不育保持系 8B 的叶绿体超微结构比较

从图 1 可以看出,辣椒胞质雄性不育保持系 8B 的叶绿体结构完整,呈长椭圆形,紧贴细胞内膜,叶绿体基质浓厚,所有基粒片层结构清晰,连接基粒之间的基粒类囊体发达,发育完好。椒胞质雄性不育系 8A 的叶绿体形状为梭形,长轴突出;基粒片层较模糊,基粒之间的类囊体排列较紊乱,与对照育性正常的其它植株差异显著。从叶绿体数量上看,辣椒胞质雄性不育系 8A 的叶绿体数量较其保持系 8B 有所减少,辣椒胞质雄性不育保持系 8B 的基粒片层多,排列紧密整齐,积累的淀粉粒较多,而不育系材料基粒片层少,排列疏松无序,积累的淀粉粒很少。此外,在辣椒胞质雄性不育系 8A 的叶绿体中发现泡状物质,在这种物质的周围,叶绿体基粒、片层等均有消解的现象,而在对照辣椒植株与辣椒胞质雄性不育保持系 8B 叶绿体中并没有观测到这种物质。推测这种泡状物质可能引起叶绿体物质异常并导致小孢子败育。

### 2.2 辣椒胞质雄性不育保持系 8B 保持系与对照育性正常植株叶绿体超微结构比较

从图 1 还可以看出,辣椒胞质雄性不育保持系 8B 与对照育性正常植株之间叶绿体并无明显差异,均表现为结构完整,呈椭圆形,紧贴细胞内膜,叶绿体基质浓厚,基粒片层结构清晰,类囊体发达,发育完好。对照育性正常的其它辣椒植株与辣椒胞质雄性不育保持系 8B 的叶绿体数量较多,基粒片层多,排列紧密整齐,积累的淀粉粒较多。

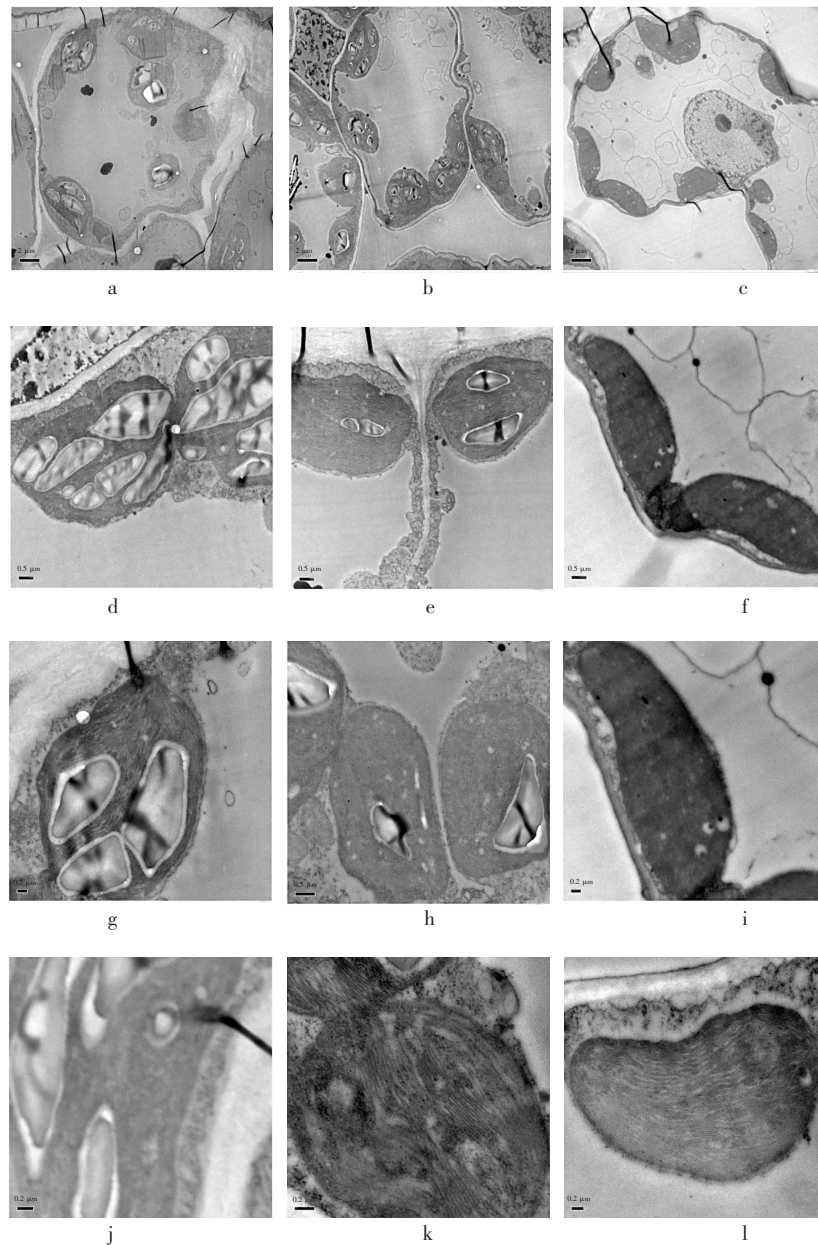


图 1 各供试材料的叶绿体超微结构

(a、b、c为显微镜 5000 倍；d、e、f 为 15000 倍；g、h、i 为 25000 倍；j、k、l 为 50000 倍；a、d、g、j 为辣椒胞质雄性不育系 8A 叶绿体；b、e、h、k 为辣椒胞质雄性不育保持系叶绿体；c、f、i、l 为对照育性正常的其它辣椒植株的叶绿体)

### 3 小结与讨论

以辣椒胞质雄性不育系 8A 及其保持系 8B 为研究目标，经过多年研究及转育，对辣椒 CMS 遗传机理有了较深入了解<sup>[12-14]</sup>。对其叶绿体超微结构进行电镜观察，并以育性正常其它辣椒品种植株作为对照，结果发现辣椒胞质雄性不育保持系 8B 与对照育性正常其它辣椒品种植株的叶绿体无明显差异，呈长椭圆形。而辣椒胞质雄性不育系 8A 的叶绿体形态发生变化，呈梭形，长轴两边呈尖角突出。

叶绿体是植物光合作用的场所，其形状的改变可导致功能失调，对植株生长发育会产生很大影响。众多关于叶绿体的研究主要集中在逆境生理、光合作用与叶绿体超微结构之间的关系。叶绿体形状改变不利于光合作用的进行，且光合效率低下；在逆境条件下，植物叶绿体会出现形状变化、位置内移的现象，这种变化是对逆境胁迫的一种反映。在本研究中，供试材料均属正常管理，排除逆境胁迫，辣椒辣椒胞质雄性不育系 8A 的叶绿体形态、数量较保持系及对照植株发生变

# 10个松花菜品种在兰州地区的引种试验初报

朱惠霞, 陶兴林, 刘明霞, 胡立敏

(甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 在兰州地区对引进的 10 个松花菜新品种进行了比较试验。结果表明, 英雄、高雄 95 花球商品性好, 且花球细米粒状, 综合性状优良; 折合产量分别为 42 075.0、40 672.5 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种台松 100 天分别增产 15.38%、11.54%, 可在兰州地区推广。丽妃青梗 90 天综合性状良好, 产量和对照相当, 可作为搭配品种。

**关键词:** 松花菜; 新品种; 引种; 兰州

**中图分类号:** S635.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2018)12-0016-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.006

松花菜是十字花科甘蓝属花椰菜中的一个类型, 与普通紧实型花椰菜相比, 花球松散、蕾枝较长, 花层较薄, 花球充分膨大时形态不紧实<sup>[1]</sup>, 故称之为松花菜。松花菜有两个显著特点, 一是花球维生素 C、可溶性糖含量明显比紧实型花椰菜高, 耐煮性好, 炒食时不易煮烂, 加热后花梗颜

色更绿, 食味鲜美, 口感甜、脆、嫩, 很受消费者欢迎; 二是品种耐热性强, 适应性更广, 拓宽了花椰菜生产上市时间<sup>[2-5]</sup>, 商品价格相对较高, 有利于提高农户的生产效益。近年来, 松花菜在甘肃省种植面积逐年扩大, 尤其在海拔冷凉地区夏秋错峰生产, 上市期主要集中在 7—9 月, 已

**收稿日期:** 2018-10-19

**基金项目:** 甘肃省农业科学院中青年创新基金(2016GAAS47)、甘肃省科技重大专项计划(17ZD2NA015-11)、农业部园艺作物生物学与种质创制西北地区科学观测试验站项目(2015-A2621-620321-G1203-066)部分内容。

**作者简介:** 朱惠霞(1979—), 女, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事蔬菜育种工作。联系电话:(0931)7754992。Email: zhuhx2002@sina.com。

化, 推测这一现象与植物本身特性有关, 即胞质雄性不育特性。若要证实叶绿体功能如何发生变化, 发生哪些变化, 则需深入研究。

## 参考文献:

- [1] PETERSON P A. Cytoplasmically inherited male sterility in *Capsicum*[J]. *Am. Nat.*, 1958, 92: 111-119.
- [2] 邹学校, 何青. 我国辣椒雄性不育机理与应用研究进展[J]. *辣椒杂志*, 2004(2): 4-9.
- [3] 王永飞, 马三梅, 张鲁刚, 等. 植物细胞质雄性不育的分子机理研究进展[J]. *自然科学进展*, 2002, 12(10): 1009-1014.
- [4] 李继耕. 叶绿体遗传与细胞质雄性不育性[J]. *中国农业科学*, 1983(1): 49-53.
- [5] 史公军, 侯喜林, 袁建玉. 白菜胞质雄性不育系及保持系叶片色素含量及其超微结构[J]. *南京农业大学学报*, 2004, 27(4): 31-35.
- [6] 凌杏元. 植物细胞质雄性不育分子机理研究进展[J]. *植物学通报*, 2000, 17(4): 319-332.
- [7] 袁凯, 高庆荣, 张保雷, 等. 不同细胞质小麦雄性不育系及杂种 F<sub>1</sub> 叶绿体的观察与比较[J]. *中国农业科学*, 2012, 45(10): 1887-1894.
- [8] HERNOULD M, SUHARWSONO S, *et al.* Male-sterility induction in transgenic tobacco plants with an unedited atp9 mitochondrial gene from wheat[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1993, 90: 2370-1374.
- [9] 李家洋, 李继耕. 叶绿体类囊体膜与细胞质雄性不育系[J]. *遗传学报*, 1986, 13(6): 430-436.
- [10] 王兰兰. 辣椒雄性不育系的选育研究[J]. *甘肃农业科技*, 1998(1): 24-25.
- [11] 刘玲, 李显日, 王广华, 等. 国内辣椒雄性不育育种及分子生物学研究进展[J]. *生物技术进展*, 2011, 1(4): 254-259.
- [12] 王兰兰, 魏兵强, 陈灵芝. 辣椒胞质雄性不育系 8A 恢复系的筛选[J]. *中国蔬菜*, 2010(6): 77-79.
- [13] 魏兵强, 王兰兰, 陈灵芝, 等. 辣椒胞质雄性不育保持基因的分子标记[J]. *西北植物学报*, 2010, 30(9): 1755-1759.
- [14] 魏兵强, 王兰兰, 陈灵芝, 等. 辣椒胞质雄性不育基因的分子标记[J]. *西北农业学报*, 2010, 19(10): 166-168.

(本文责编: 郑立龙)