

# 温度和蕾期去雄及去柱头处理对茄子单性结实性的影响

刘富中 连 勇 陈钰辉 宋 燕

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

**摘 要:** 以 6 个茄子单性结实自交系为试材, 研究了自然低温和蕾期去雄及去柱头处理对其单性结实性的影响。试验结果表明, 供试材料的单性结实性属于温度敏感型, 在低温下表达。诱导单性结实基因表达的温度在 7~15 之间, 在此温度范围内, 其坐果率为 88.9%~100%。蕾期人工去雄和去柱头不影响单性结实现果实的正常生长发育, 蕾期去柱头可用于茄子单性结实性的快速准确鉴定。

**关键词:** 茄子; 单性结实基因; 温度; 蕾期处理

**中图分类号:** S 641.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 06-1021-05

## The Effect of Temperature and Bud Stage Treatment on Parthenocarpic Gene Expression of Eggplant

Liu Fuzhong, Lian Yong, Chen Yuhui, and Song Yan

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** 6 parthenocarpic lines of eggplant were used as material to study the effect of temperature and bud stage treatment on parthenocarpic gene expression of eggplant. As the result shows, the tested material is a kind of temperature-sensitive parthenocarp and express this characteristic under low temperature. The temperature which induces parthenocarpic gene expression range from 7 to 15 with fruit setting rate between 88.9% to 100%. Artificial emasculation and to get ride of stigmas during bud stage do not affect normal growth of parthenocarpic fruit. Getting ride of stigmas during bud stage can be used as one of the quick and accurate ways to identify the eggplant parthenocarp.

**Key words:** Eggplant; Parthenocarpic gene; Temperature; Bud stage treatment

茄子是喜温作物, 在温室及春季露地早熟栽培条件下, 开花期常由于低温引起授粉受精不良、落花、落果, 效益降低。生产上采用生长素防止落花落果, 不但费工、费时、成本高, 而且使用不当常对植株造成药害, 果实产生畸形且残留部分药剂, 降低果实的商品品质和食用价值。因此生产上急需耐低温、耐弱光的茄子品种。另一方面, 培育无籽或少籽茄子品种一直是国内外育种工作者追求的目标。茄子单性结实性可解决上述难题, 但是天然单性结实材料很少, 不易获得, 因此国内外从 20 世纪 90 年代起才开展了茄子单性结实的研究<sup>[1~4]</sup>, 但尚未见温度对茄子单性结实基因表达的影响和鉴定方法研究的报道。笔者发现和获得了在低温下可自然结果, 形成无籽果实的圆茄单性结实材料, 当温度适宜后, 植株上部果实又产生种子。经过连续多代筛选, 已获得单性结实性稳定的不同株系, 为选育耐低温、适宜保护地和露地早春栽培、优质无籽或少籽的茄子品种奠定了基础。本研究旨在探明温度对茄子单性结实基因表达的效应及建立简单、快速和准确的单性结实性能的鉴定方法。

## 1 材料与方法

收稿日期: 2004 - 12 - 25; 修回日期: 2005 - 07 - 18

基金项目: 国家“863”项目 (2004AA241120; 2002AA244011-1); 国家科技攻关项目 (2001BA511B-08-08); 农业部“蔬菜遗传与生理重点开放实验室”项目

## 1.1 材料

以作者分离纯化的单性结实自交系 D-10、D-13、D-21、D-25、D-26、D-32 为试验材料, 以非单性结实早熟品种北京六叶茄 (CK1) 和从枣庄六叶茄中经多代单株系统选育出的自交系 02-12 (CK2) 为对照。

## 1.2 方法

1.2.1 种植方法 试验分别于 2002~2004 年在中国农业科学院蔬菜花卉研究所试验地内进行。在加温日光温室中育苗, 2002 年于 2 月 9 日播种, 4 月 15 日定植, 2003 年于 2 月 19 日播种, 4 月 21 日定植, 2004 年于 2 月 24 日播种, 4 月 16 日定植。单行种植, 株距 50 cm, 行距 70 cm。

1.2.2 温度对茄子单性结实基因表达的影响 在自然温度条件下于开花结果期分 3 个时间段进行试验。2002 年第 1 段日最低温度变化在 7~14 之间, 日平均最低温度 11.5, 第 2 段日最低温度变化在 12~18 之间, 日平均最低温度 15.5; 第 3 段日最低温度变化在 16~22 之间, 日平均最低温度为 17.3; 2003 年第 1 段日最低温度变化在 8~17 之间, 日平均最低温度 13.3, 第 2 段日最低温度变化在 12~18 之间, 日平均最低温度 14.6, 第 3 段日最低温度变化在 16~21 之间, 日平均最低温度为 18.6; 2004 年第 1 段日最低温度变化在 9~16 之间, 日平均最低温度为 13.1, 第 2 段日最低温度变化在 13~19 之间, 日平均最低温度为 16.5, 第 3 段日最低温度变化在 15~23 之间, 日平均最低温度为 19.6。

在开花前对花蕾进行隔离, 于开花后 14 d 分别调查每个阶段的坐果率 (坐果率 = 开花数 / 总坐果数  $\times 100\%$ ), 果实成熟时剖果检查有无种籽及种子数。果实内无籽为单性结实果。单性结实性指产生单性果实的能力, 用单性结实率表示, 单性结实率 (无籽果率) = 无籽果数 / 总坐果数  $\times 100\%$ 。

1.2.3 蕾期处理对茄子单性结实基因表达的影响 栽培方法同前。试验在 1.2.2 中的第 1 段温度范围内进行, 设 3 种处理: (1) 去雄, 选门茄和对茄的花蕾开花前 1~2 d 去雄; (2) 去柱头, 在花朵开放前 1~2 d, 用镊子去掉雌蕊的柱头; (3) 自然授粉 (对照), 于开花当日作标记。去雄和自然授粉处理均对花蕾进行隔离, 以避免昆虫和风力传粉受精。

所有试验每处理重复 3 次, 每重复 10 株。观察记载试验期间的日最低温度, 14 和 21 d 后分别调查坐果率、果实大小和单果质量, 检查果实有无种籽。试验结果为 3 年试验的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对茄子单性结实基因表达的影响

2.1.1 不同温度下各品系的坐果率及单性结实性 当开花结果期间的日最低温度变化在 7~17 之间, 日平均最低温度为 12.6 时, 除 2003 年有 3 d, 2004 年有 5 d 日最低温度超过 15 外, 其余大部分时间均在 15 以下, 不适宜普通茄子的授粉受精。表 1 中的资料表明: 在自然授粉条件下, 单性结实品系均有较高的坐果率, 在 88.9%~100% 之间, 其中, D-26 的坐果率表现稳定, 不受温度变化的影响, 3 年均为 100%, D-10 和 D-13 在不同年份因温度的变化, 其坐果率有一定波动, 但均在 76% 以上, 显著高于对照。D-10、D-13 和 D-26 的单性结实率均为 100% (表 1), 且果实发育正常, 说明其单性结实性在日最低温度 7~17 的范围内能完全表达。对照非单性结实品种北京六叶茄 (CK1) 为 6.8%, 02-12 (CK2) 的坐果率为 0, 两者的单性结实率为 0 (CK1 所结部分果实有籽)。

当开花结果期间的日最低温度变化在 12~19 之间, 日平均最低温度为 15.5 时, 随着日最低温度的升高, 单性结实品系出现有籽和无籽两种果实, 单性结实率降至 54.5%~62.0%, 对照非单性结实品种北京六叶茄 (CK1) 和品系 02-12 (CK2) 的单性结实率为 0。

开花结果期间的日最低温度变化在 15~23 之间, 日平均最低温度为 18.5 时, 单性结实品系均产生有籽果实, 单性结实率降为 0, 与非单性结实品种无差异。说明当温度适宜时, 单性结实品系能正常授粉受精, 结成有籽果实。

2.1.2 温度对不同品系单果种子数的影响 表 1 中的资料表明：在自然授粉条件下，日平均最低温度为 12.6 时，单性结实品系 D-10、D-13、D-26 果实内均无种子（图版，1）。对照非单性结实品种北京六叶茄（CK1）果实中有种子，这可能是由于试验期间部分天数的日最低温度超过 15，花粉萌发引起授粉受精所致，但因采收早，未统计其种子数。

日平均最低温度为 15.5 时，单性结实品系产生有籽和无籽两种果实，但有籽果实内种子数较少，为 21~55 粒，对照单果种子数较多，为 1 976~2 001 粒。

随着日最低温度的升高，当日平均最低温度为 18.5 时，单性结实品系的单果种子数也增加。由于不同年份温度的变化不同，单性结实品系的单果种子数有较大的差异，2003 年和 2004 年的单果种子数与对照相比无明显差异，但 2002 年单性结实品系 D-10、D-13 和 D-26 果实内种子量较少，单果种子数分别为 47 粒、52 粒和 105 粒，可能是此阶段日平均最低温度较低（17.3）的缘故。

表 1 温度对茄子不同品系坐果率、单性结实及单果种子数的影响

Table 1 The effect of temperature on rate of fruit setting, parthenocopy and seed number of eggplant

品系 Cultivar	12.6			15.5		18.5	
	坐果率 Rate of fruit setting (%)	无籽果率 Rate of seedless (%)	单果种子数 Seed number/ Fruit	无籽果率 Rate of seedless (%)	单果种子数 Seed number/ Fruit	无籽果率 Rate of seedless (%)	单果种子数 Seed number/ Fruit
D-10	88.9*	100*	0*	54.5*	21*	0	1 445*
D-13	93.9*	100*	0*	62.0*	42*	0	1 333*
D-26	100*	100*	0*	58.1*	55*	0	1 382*
北京六叶茄 Beijing Liuyeqie (CK1)	6.8	0	-	0	1 976	0	2 451
02-12 (CK2)	0	-	-	0	2 001	0	2 309

\*表示与对照（CK1, CK2）相比在 0.05 水平上差异显著。

\* 0.05 significant level

## 2.2 蕾期处理对茄子单性结实基因表达的影响

2.2.1 不同处理各品系的单性结实性 参试材料在低温条件下自然授粉（对照）、门茄去雄和去柱头处理的坐果率、单性结实率和果实发育情况见表 2。结果表明：单性结实品系 D-10 在自然授粉条件下的坐果率和单性结实率均为 100%，去雄后的坐果率为 100%（图版，3 右），单性结实率为 100%，表明参试的单性结实材料不经花粉诱导仍可正常结实；去柱头后坐果率和单性结实率分别为 92.3% 和 100%，与自然授粉相比，无明显差异；去雄后的坐果率和单性结实率与去柱头相比，差异不显著。其它单性结实品系的结果与 D-10 类似，表明蕾期去雄和去柱头处理不影响茄子单性结实性的表达。非单性结实品种北京六叶茄（CK1）自然授粉的坐果率为 12.8%，单性结实率为 0，去雄和去柱头后的坐果率为 0（图版，3 左）。单性结实品系在低温条件下自然授粉、蕾期去雄和去柱头的坐果率和单性结实率与对照相比差异显著。

2.2.2 不同处理各品系的果实大小比较 试验结果（表 2）表明，单性结实品系 D-10 去雄和去柱头后 14 和 21 d 的果实横径及单果质量与其自然授粉相比无明显差异，去雄和去柱头处理后的果实横径和单果质量也基本一致（图版，2）。除 D-25 去柱头后的果实横径和单果质量小于去雄和自然授粉的果实外，其他单性结实品系的结果与 D-10 均有类似的表现，表明参试的单性结实材料在未经花粉诱导和受精的条件下，果实可正常生长发育。

在自然授粉条件下，处理后 14 d，单性结实品系 D-21、D-25 和 D-32 的果实横径分别比对照品种大 24.4%、14.6% 和 31.7%，但品系 D-10 比对照减少 2.4%；处理后 21 d，单性结实品系的果实横径与对照品种相比差异显著，分别比对照大 14.5%、29.0%、22.6%、24.2%。在自然授粉条件下，处理后 21 d，单性结实品系的果实质量分别比对照增加 2.0%，40.8%，25.5%，40.8%。说明在低温下单性结实品系的果实发育正常，果实内无种子，而非单性结实品种的果实发育速度慢，且果实内有种子。

表 2 蕾期处理对茄子单性结实基因表达的影响

Table 2 The effect of bud stage treatment on parthenocarpic gene expression of eggplant

品系 Cultivar	处理 Treatment	坐果率 Rate	无籽果率 Rate of	果实横径 Fruit diameter(cm)		单果质量
		of fruit setting( % )	seedless fruit( % )	14 d	21 d	Fruit mass( g)
D-10	去雄 Castration	100.0	100.0	3.8	8.6	100
	去柱头 Cut stigma	92.3	100.0	3.8	7.2	109
	自然授粉 Natural pollination	100.0	100.0	4.0	7.1	100
D-21	去雄 Castration	100.0	100.0	5.4	8.3	154
	去柱头 Cut stigma	100.0	100.0	5.0	7.9	131
	自然授粉 Natural pollination	100.0	100.0	5.1	8.0	138
D-25	去雄 Castration	100.0	100.0	4.4	7.3	115
	去柱头 Cut stigma	100.0	100.0	3.8	5.8	85
	自然授粉 Natural pollination	100.0	100.0	4.7	7.6	123
D-32	去雄 Castration	100.0	100.0	5.7	7.6	142
	去柱头 Cut stigma	92.3	100.0	5.2	7.5	142
	自然授粉 Natural pollination	100.0	100.0	5.4	7.7	138
北京六叶茄	去雄 Castration	0				
Beijing Liuyeqie (CK1)	去柱头 Cut stigma	0				
	自然授粉 Natural pollination	12.8	0	4.1	6.2	98

### 3 讨论

试验期间, 当日最低温度变化在 7~14 之间, 日平均最低温度为 11.5 时, 对照品种北京六叶茄 (CK1) 和 02-12 (CK2) 的自然坐果率为 0 (2002年), 表明在此温度范围内对照茄子花粉不能正常授粉结实; 当日最低温度变化在 8~17 之间, 部分天数在 15 以上时 (2003年和 2004年), 对照 02-12 (CK2) 的自然坐果率均为 0, 北京六叶茄 (CK1) 的自然坐果率分别为 7.7%和 12.8%, 且果实内有种子, 表明北京六叶茄 (CK1) 比 02-12 (CK2) 较耐低温, 且其花粉可在 15 以上萌发生长并授粉结实。

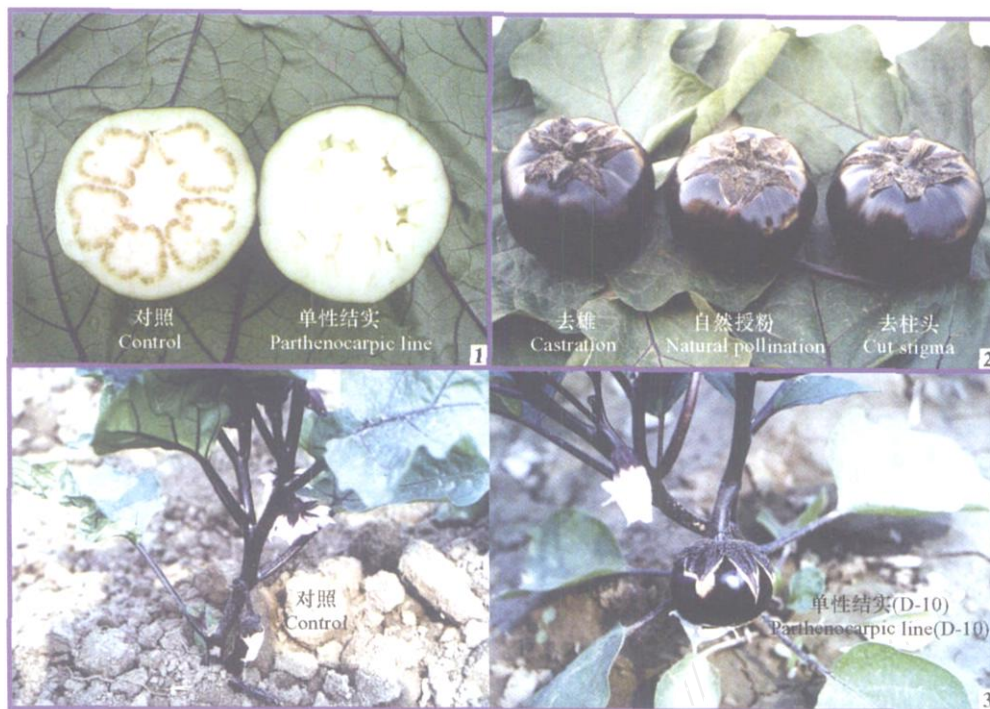
试验表明, 供试的单性结实材料属温度敏感型, 单性结实基因表达的温度范围在 7~15 之间, 但其表达的临界开关温度有待在控温条件下进一步确定。

试验结果表明, 在自然低温胁迫下, 可根据坐果率初步判断试验材料的单性结实性, 但要准确判定还需将果实切开, 调查果实内有无种子。另一方面, 温度敏感型的单性结实材料易受环境温度的影响, 利用自然低温鉴定时温度难以控制, 如遇较高温度时选择效率较低。

在试验中, 蕾期人工去雄和去柱头后, 不影响单性结实品系的坐果率和果实的正常发育, 说明参试的单性结实材料不经花粉诱导和受精仍可单性结实, 但在人工去雄后, 需对花进行隔离, 特别是对田间大量的单性结实植株的选择比较费时, 去柱头法不需对花进行隔离, 操作简单、效率高, 因此去柱头法可用于茄子单性结实性的鉴定。

### 参考文献:

- Rotino G L, Perri E, Zottini M, Sommer H, Spena A. Genetic engineering of parthenocarpic plants. *Nat Biotechnol*, 1997, 15: 1398~1401
- Colbnnier C, Sihachakr D. Somatic hybridization for improvement of eggplant (*Solanum melongena* L.). In: Palloix A, Daunay M C, eds. *Xth eucarpia meeting on genetics and breeding of Capsicum and eggplant*. Paris: NRA, 1998. 195~199
- 田时炳, 刘君绍, 皮伟, 赵晓风, 杨治元. 低温下茄子单性结实观察试验初报. *中国蔬菜*, 1999, (5): 28  
Tian S B, Liu J S, Pi W, Zhao X F, Yang Z Y. Preliminary study on parthenocarp of eggplant (*Solanum melongena* L.) under low temperature. *China Vegetables*, 1999, (5): 28 (in Chinese)
- 田时炳, 刘富中, 王永清, 罗章勇, 陈义康, 刘君绍, 连勇. 茄子单性结实性的遗传分析. *园艺学报*, 2003, 30 (4): 413~416  
Tian S B, Liu F Z, Wang Y Q, Luo Z Y, Chen Y K, Liu J S, Lian Y. Genetic analysis of parthenocarp in eggplant. *Acta Horticulturae Scientica*, 2003, 30 (4): 413~416 (in Chinese)



图版说明：1. 果实内种子；2. D-10蕾期处理后果实的大小；3. 不同材料去雄后坐果情况。

Explanation of plates: 1. Seeds in fruits; 2. D-10 fruits after bud stage treatment; 3. Fruit setting after castration

## “中国园艺学会第十届会员代表大会暨学术研讨会”在湘召开

“中国园艺学会第十届会员代表大会暨学术研讨会”于 2005 年 11 月 23 ~ 25 日在湖南长沙召开。出席会议的有来自全国各省市的中国园艺学会第九届理事会理事、团体会员代表、地方学会秘书长和论文代表，共计 341 人。中国园艺学会第九届理事长朱德蔚，中国工程院院士方智远、吴明珠出席了会议，湖南省人民政府副省长杨泰波、湖南省园艺学会、湖南省农业科学院、湖南农业大学、湖南省农业厅等有关领导也到会指导。

会议的主要内容是，总结学会 2001 年以来第九届理事会的工作，进行学术交流和地方学会工作交流，选举产生第十届理事会，讨论我国“十一五”园艺科技发展规划建议，召开《园艺学报》编委会等。中国园艺学会第九届理事会理事长朱德蔚研究员做了学会 4 年来的工作报告，张松林常务副秘书长做了财务报告。大会交流首先由原韩国园艺学会理事长朴孝根教授做“韩国园艺科技及产业发展”报告，之后，我国农业部种植业司经作处以及园艺界专家等分别按综合、果树、蔬菜、观赏园艺、西甜瓜做了题为我国“十一五”园艺产业科技发展规划建议等专题报告。会议收到论文 145 篇，出版了《中国园艺学会第十届会员代表大会暨学术研讨会论文集》。与会代表分果树、蔬菜、观赏园艺、西甜瓜 4 个专业组和省学会秘书长组进行学术交流和讨论。代表们对第九届理事会 4 年来卓有成效的工作给予充分肯定，同时提出了学会活动形式应更加多样化等宝贵建议。方智远主编主持召开了《园艺学报》编委会，会议对《园艺学报》近年的工作成绩给予了充分肯定，并提出了许多改进意见和建议。

代表大会选举产生了中国园艺学会第十届理事会理事和常务理事。中国工程院院士方智远当选新一届理事长，相重扬、朱德蔚为名誉理事长，韩振海、邓秀新、杜永臣、侯喜林、张启翔、赵梁军、许勇、孙小武为副理事长，杜永臣为秘书长。

经过全体代表的共同努力，此次大会圆满完成了各项议程，对今后的工作必将起到积极的推动作用。

(陈洁，韩旭)