

# 影响番茄兼性单性结实及 果实发育的因素

余文贵 徐鹤林 杨荣昌 陆春贵

(江苏省农科院蔬菜研究所, 南京 210014)

## 提 要

兼性单性结实番茄 Severianin, RP75/59, PSet-1, Oregon Spring 和 Santiam 可在不利环境条件下自然结果, 但用植物生长调节剂点花能显著促进结果, 而非单性结实番茄在相同条件下自然坐果率极低。人工蕾期辅助授粉能显著提高单性结实番茄的坐果率和单果种子数, 并降低其单性结实率。去雄处理导致 Severianin 和 Oregon Spring 的坐果率显著降低, 而去雄同时授无生活力花粉能使 RP75/59 的坐果率显著提高, 但这两处理对其它品种的坐果率无明显影响。单性结实番茄的单果重与果内有无种子以及种子多少无明显相关, 但大果型品种 Oregon Spring 无籽果实有更高的平均单果重。

**关键词** 番茄; 兼性单性结实; 有籽果实与无籽果实; 结果

化学诱变单性结实<sup>[1]</sup>即无籽果实是番茄保护地早熟栽培中普遍存在的现象, 是使用植物生长调节剂以防落花落果所致。与此相对应的另一类自发性单性结实是遗传性单性结实, 其中强制性单性结实是不育性的结果<sup>[3]</sup>, 而兼性单性结实既可产生无籽果实, 也可产生有籽果实, 这取决于环境条件的适宜与否<sup>[2]</sup>。

番茄通过授粉、受精、结果并产生种子, 这一过程受到诸多因素如湿度、光照强度、风及温度的影响, 而温度特别是夜温是其中最关键的因素。番茄虽然能在较广泛的温度范围内生长, 但只能在较狭窄的夜温范围(15~21℃)内正常结果<sup>[6,10]</sup>, 超过这个范围, 结果就受到阻碍, 在这种情况下, 具有兼性单性结实性状的番茄品种或材料仍能正常结果, 但果内无种子, 一旦温度适宜, 果内又能产生种子, 故称兼性单性结实。

兼性单性结实番茄的抗逆性及其相联的早熟性<sup>[4]</sup>对于延长结果期、降低能耗、节省人工、提高品质具有实际应用价值, 但单性结实性状带来的产籽量低等问题, 影响了生产应用的进程。本试验试图探讨花粉对兼性单性结实表现及种子产量的影响、温度及结果部位差异的效应、激素的诱导作用以及与果实发育的关系。

## 材 料 与 方 法

一、材料 单性结实品种有, Severianin, 原苏联选育的兼性单性结实品种, 含 pat-2 基因<sup>[8]</sup>; RP75/59, 原西德育成, 兼性单性结实性状由多基因控制<sup>[9]</sup>; P Set-1,

本文于1992年8月收到, 1993年4月收到修改稿。

以 Severianin 为亲本转育而成的矮生直立型材料；Oregon Spring，是由 Severianin 转育成的大果型兼性单性结实材料；Santiam，为 Oregon Spring 的姐妹系。

以上品种或材料分别引自美国 Cornell University, Florida State University 和 Oregon State University，均为早熟自封顶类型。

非单性结实材料为北京早红，早熟常规品种，单果重 100g 左右。

二、方法 1991 和 1992 年 1 月，分别播种于加温温室，1 月底分苗于 8cm×8cm 的营养钵中，置于冷床，常规育苗管理，3 月 20 日定植于塑料大棚，地面加盖地膜，株行距为 30cm×60cm，自然光照，试验处理期间夜间最低温度一般在 11~14℃。

设 6 种处理，每处理 40 朵花，重复 3 次，于每年 4 月 15~20 日各进行 1 次。

1. 自然授粉（对照）。于开花当日挂牌标记。

2. 辅助授粉。在花朵自然开放前 1~2 日用新鲜花粉涂花蕾柱头。

3. 去雄。在花朵开放前 1~2 日去雄。

4. 去雄加无生活力花粉。将新鲜花粉置于 100℃ 条件下 8 小时，花粉失去活力，但未炭化，用其涂抹去雄的柱头。

5. 植物生长调节剂点花。于开花期用 15mg/l 的 2, 4-D 涂抹花朵。

以上各处理在每个花序上不超过 3 朵花，每株标记花朵不超过 8 朵，各处理基本都在植株主茎第 1、2 花序上进行。试验开始前摘去所有已结的果实。记录每天 24 小时的温度。

6. 不同结果层次以及辅助授粉对结果的影响。以 Oregon Spring 为试验材料，分别对主茎第 1、2 花序和侧枝花序上的所有花朵进行人工辅助授粉，以自然授粉结果的植株为对照，处理和对照各 30 株，统计两者各层次的坐果数、单性结实率、单果重等。此项处理持续到 4 月 25 日左右。

凡红熟果实，不论大小以及畸形与否，只要果内无籽或单果籽数少于 5 粒（不含 5 粒）均视为单性结实。

## 结 果 与 分 析

### 一、不同处理各品种的单性结实和结果表现

表 1 显示，在自然授粉条件下，Severianin 的坐果率为 55.0%，其中单性结实率为 94.4%，经辅助授粉后坐果率增至 68.8%，单性结实率降至 43.5%，差异显著。去雄导致坐果率显著降低（47.5%），但去雄加无生活力花粉，其坐果率与对照相比，无明显变化。2, 4-D 点花，显著提高了坐果率，其它兼性单性结实品种均有类似表现，辅助授粉和 2, 4-D 点花，两处理均显著提高坐果率，前者显著降低了单性结实率。RP75/59 经去雄后坐果率未显著降低，去雄加无生活力花粉，则使坐果率显著提高。去雄及去雄加无生活力花粉处理，对 PSet-1 和 Santiam 的坐果率未产生明显的影响。非单性结实品种北京早红自然坐果率很低，2, 4-D 点花能显著提高坐果率，辅助授粉虽然也能提高坐果率，但仅能达到 8.8%。经去雄和去雄加无生活力花粉处理，其坐果率均为 0。

### 二、人工辅助授粉对各品种单果种子数的影响

辅助授粉对于单性结实和非单性结实品种均可较对照自然授粉显著提高单果种子数

量, 以增加的幅度而言, Severianin 和 RP75/59 最为明显, 但绝对数量的增加则以 Oregon Spring 最多(表1)。

表1 不同处理方法对各品种坐果率、单果结籽数及单性结实的影响  
Table 1 The effects of different pollination methods on fruit-set, seed number / fruit and parthenocarpy

品 种 Cultivar	自然授粉 Natural pollination			辅助授粉 Hand pollination			去雄 Emascula tion	去雄加无生活 力花粉 Emascula tion +Dead pollens	2,4-D
	坐果率 Fruit set (%)	无籽果率 Seedless fruit(%)	单果结籽数 Seed number / fruit	坐果率 Fruit set (%)	无籽果率 Seedless fruit(%)	单果结籽数 Seed number / fruit	坐果率 Fruit set (%)	坐果率 Fruit set (%)	坐果率 Fruit set (%)
Severianin	55.0	94.4	0.2	68.8*	43.5*	18.0*	47.5*	54.0	72.5*
RP75/59	45.0	97.2	0.3	65.4*	20.0*	19.2*	41.5	62.5*	70.0*
P Set-1	20.0	76.0	3.6	42.5*	36.4*	11.9*	21.3	26.3	80.1*
Oregon Spring	37.5	80.0	8.5	65.3*	24.3*	58.0*	23.8*	36.1	65.8*
Santiam	28.8	58.0	12.3	58.5*	21.5*	38.2*	22.5	32.5	66.4*
北京早红 Beijing Zhaohong	2.5	0	78.1	8.8*	0	117.2*	0	0	45.5*
LSD 品种间 (Between cultivars)	9.4	20.5	8.1	14.3	10.7	11.3	10.4	12.6	16.1

\* 与对照(自然授粉)相比在5%水平有显著性差异。\* Significant at 5% level compared to natural pollination correspondingly.

### 三、种子的有无与单果重的关系

与正常的有籽果实相比, 无籽果实平均单果重的变化因品种而异, 其中 Oregon Spring 无籽果实比有籽果实平均增重 21.1g, 差异显著, Severianin 也增重 7.3g, 而其它品种均是无籽果实稍小, 无显著差异。

表2 'Oregon Spring' 不同花序与辅助授粉对坐果数, 单性结实与单果重的影响  
Table 2 Effects of different clusters and hand pollination on fruit set, parthenocarpy and fruit weight in 'Oregon Spring'

花 序 Cluster	自然授粉 Natural pollination			辅助授粉 Hand pollination		
	坐果数 Fruit No.	单性结实 Seedless fruit(%)	单果重 Fruit weight(g)	坐果数 Fruit No.	单性结实 Seedless fruit(%)	单果重 Fruit weight(g)
主茎第1花序 1st on main stem	2.1	95.3	143.3	2.2	85.4	141.1
主茎第2花序 2nd on main stem	2.6	68.8	122.7	3.0	56.5*	124.1
侧枝第1花序 1st on branch	3.4	40.7	97.1	3.5	20.3*	107.7
侧枝第2花序 2nd on branch	3.6	36.6	88.4	3.6	11.0*	92.4
LSD 花序间 (Between clusters)	0.7	14.3	19.7	0.7	12.4	21.1

\* 与对照相比在5%水平有显著性差异。\* Significant at 5% level compared to natural pollination correspondingly.

#### 四、结果部位对果实有关性状变化的影响

表 2 的结果揭示了果实在植株上着生部位也影响单性结实的表现以及果实的发育。自然授粉的 Oregon Spring 主茎第 1 花序上果实的单性结实率为 95.3%，平均单果重为 143.3g，而第 2 花序上则分别降至 68.8%和 122.7g，差异显著，侧枝上的果实单果重更低。人工辅助授粉对各花序坐果数的影响甚小，但对提高单果结籽数，即降低无籽果实的比例则极为明显，尤其上部花序。

### 讨 论

一、兼性单性结实番茄表现单性结实并非花粉发育不良。通过花粉染色检测，花粉不但发育正常，且具活力。人工辅助蕾期授粉比自然授粉对 5 个单性结实品种均有显著提高坐果率并显著降低单性结实率的作用，这既说明此时的花粉已正常发育，又验证了前人的假设，即自然单性结实番茄在开花期亦可能在授粉前已产生了足够的生长调节剂，并促进子房在未授粉受精的情况下开始膨大，在内源激素的作用下果实正常发育，也就形成了无籽果实<sup>[7]</sup>。试验中我们亦注意到蕾期辅助授粉能较花期辅助授粉提高单果结籽数。非单性结实品种北京早红在相同的不利环境下坐果率极低，辅助授粉后仍然很低，早粉二号表现亦相同（1 年资料，未作统计）。

二、温度是重要的影响因子。温度变化所产生的影响，可以从春季 Oregon Spring 不同层次花序果实的单性结实率看出，即处于低温阶段发育的中下部果实单性结实率，较处于植株上部在适宜温度条件下发育的果实单性结实率高得多，这是最典型的兼性单性结实性状的表现。

三、基因型和遗传背景也是重要的影响因子。5 个参试的兼性单性结实番茄品种除 RP75/59 外，均具有 pat-2 基因，但由于各品种的遗传背景不同，其单性结实性的表现差异也极大。这种由遗传背景的不同导致相同基因型的表现型差异的现象，为我们选育适合类型的育种材料提供了可能。

四、兼性单性结实品种无籽果实与有籽果实单果重的差异，除 Oregon Spring 呈显著外，其它均不显著。一般果实的发育有赖于花粉管的生长及种子发育过程中所产生的激素的促进，否则果实发育受阻。而单性结实材料子房及果实的内源激素含量比非单性结实品种高得多，并能促使无籽果实在正常水平上生长发育<sup>[5]</sup>，Oregon Spring 的表现，可能是因为无籽果实大多着生于植株的基部，营养供给条件要优于植株上部的果实（包括有籽果实）。

### 参 考 文 献

- [1] Gustafson, F. G., 1936, Inducement of fruit development by growth-promoting chemicals. Proc. Natl. Acad. Sci., 22: 628~636
- [2] Hawthorn, L. R., 1937, Seedlessness in tomatoes. Science, 85: 199
- [3] Lesley, J. A. and Lesley, M. M., 1953, Fruitfulness, fertility and parthenocarpy in tetraploid species hybrids of *Lycopersicon*. J. Hered., 44: 261~264
- [4] Lin, S., George, W. L. and Splittstieser, W. E., 1984, Expression and inheritance of parthenocarpy in 'Severianin'

- tomato. *J. Hered.*, 75: 62~66
- [5] Mapelli, S., Frova, C., Torto, G. and Soressi, G. P., 1987, Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. *Plant Cell Physiol.*, 19: 1281~1288
- [6] Moore, E. L. and Thomas, W. O., 1952, Some effects of shading and parachlorophenoxyacetic acid on fruitfulness of tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 60: 289~294
- [7] Nitsch, T. P., 1970, Hormonal factors in growth and development. In: A. C. Hulme (ed.). *The biochemistry of fruits and their products*. Vol. 2. Acad. Press, London.
- [8] Philouze, J. and Maisonneuve, B., 1978a, Heredity of the natural ability to set parthenocarpic fruits in the Soviet variety Severianin. *Tomato Genet. Coop. Report*, 28: 12~13
- [9] Philouze, J. and Maisonneuve, B., 1978b, Heredity of the natural ability to set parthenocarpic fruit in a German line. *Tomato Genet. Coop. Report*, 28: 12
- [10] Went, F. W., 1945, Plant growth under controlled conditions. V. The relation between age, light, variety and thermoperiodicity of tomatoes. *Amer. J. Bot.*, 32: 469~479

## Study on Factors Affecting Facultative Parthenocarpy and Fruit Development in Tomato

Yu Wengui, Xu Helin, Yang Rongchang, and Lu Chungui

(*Institute of Vegetables Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014*)

### Abstract

The facultative parthenocarpic tomato cultivars 'Severianin', 'RP75/59', 'PSet-1', 'Oregon Spring' and 'Santiam' are able to set fruits naturally in unfavorable environment, fruit setting can also be increased significantly with the application of growth regulator (2,4-D), while the non-parthenocarpic cultivar 'Beijing Zhaohong' does not set fruits well in the same condition; Hand pollination at bud stage (1~2 days before anthesis) significantly increases fruit-set, number of seeds per fruit and reduces percentage of seedless fruits in parthenocarpic tomatoes. Emasculation only and emasculation plus dead pollens result in significant reduction of fruit-set in 'Severianin' and 'Oregon Spring', but significant increase of fruit-set in 'RP75/59'. There is no positive correlation between fruit weight and number of seeds per fruit in parthenocarpic cultivars with the exception of 'Oregon Spring' in which the seedless fruits are heavier significantly than the seeded fruits.

**Key words** Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ; Facultative parthenocarpy; Seeded and seedless fruits; Fruit-set