

## 几种植物生长调节物质对苹果开花结果的影响

黄卫东 韩振海 刘肃 许雪峰

(中国农业大学植物科技学院园艺所,北京 100094)

冯国发

(北京市顺义县赵各庄乡林业站)

**摘要:**研究了多种植物生长调节物质及其配合应用对苹果花芽形成、坐果、果形和产量的影响。两年的结果表明,土施多效唑(有效成分  $1.5\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ )配合叶面喷施乙烯利( $500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ),明显增加5年生大年‘红富士’苹果树的成花数量,是单独处理的约6倍。‘新红星’初结果树于大蕾期喷施甘油复合制剂“防霜灵”200倍液,盛花期喷施  $\text{GA}_{4+7}$   $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、6-BA  $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和“蛇果素”(含  $\text{GA}_{4+7}$ 和6-BA各1.8%)250~500倍可以明显提高坐果率,后者还可以提高果形指数、使萼端五棱突起。本试验发现,于盛花后2,10d喷施谷氨酸钠钾复合制剂(G-Na+K)可以明显提高5年生‘红富士’苹果坐果率,也可增加短果枝的叶面积,叶片厚度、株产和单果重。

**关键词:** 苹果; 花芽形成; 坐果; 果形发育; 生长调节剂

**中图分类号:** S661.1

近年来,利用植物生长调节物质调控果树的生长结果越来越受到栽培者的重视<sup>[1]</sup>。而且,一些研究者已从研究单一的生长调节剂转向利用多种植物生长调节剂配合应用或生长调节剂和营养制剂配合调控果树的生长结果<sup>[2~4]</sup>。本试验研究了多种植物生长调节物质及其配合应用对苹果开花结果的影响。

### 1 材料和方法

**1.1 材料** 试验材料为4~8年生‘红富士’、‘新红星’苹果树,砧木为八楞海棠。株行距  $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ 。土壤为壤土。有机质含量为0.6%~1.2%。

试验于1992~1994年在北京市顺义县赵各庄乡果园和北京市农场局十三陵农场果园进行。

#### 1.2 处理和方法

**1.2.1 花芽形成的调控试验** 试验研究了多效唑(2RS,3RS)-1-(4-氯苯基-4,4-二甲基-2-(1H-1,2,4-三唑-1-基)-戊醇-3)、乙烯利(2-氯乙基磷酸)、赤霉素( $\text{GA}_3$ )以及多效唑+乙烯利对5年生大年‘红富士’(株产约65 kg)花芽形成的影响,以筛选增加大年苹果花芽分化的方法。

**1.2.2 坐果的调控试验** 试验研究了大蕾期喷施“防霜灵”(甘油复合制剂,北京农业大学园艺植物研究所研制)、盛花期喷施  $\text{GA}_{4+7}$ 、6-卞基腺嘌呤(6-BA)、蛇果素(6-BA和  $\text{GA}_{4+7}$ 复合制剂,含6-BA和  $\text{GA}_{4+7}$ 各1.8%,北京农业大学园艺所研制)、谷氨酸钾、钠复合制剂(G-Na+K)北京农业大学园艺植物所研制)对4~6年生‘红富士’、‘新红星’苹果坐果的影响以

及在多效唑调控条件下的‘红富士’苹果园,谷氨酸钾、钠复合制剂对其生长结果的效应。

**1.2.3 果形的调控试验** 试验比较了盛花期喷施  $GA_{4+7}$ 、6-BA 和“蛇果素”对 6 年生‘新红星’苹果果形发育的效应。

每个试验均于处理前,先选多于试验树 30% 的植株,从中再选出试验树,各处理均 3 次或 5 次重复,采用随机区组设计,单株小区,具体处理方法见“结果”部分表之说明。

于新梢停止生长后测量新梢长度,于秋季用透明方格板法每株测量 10 个短果枝中部叶的叶面积并测量其厚度。落叶后测量距地面 20 cm 高处主干周长、全树短果枝数量。开花期调查全树开花数量,盛花后 20 d 和 6 月落果以后调查坐果数量,采收期调查株产,同时,每株树随机取样 20 个果,测量单果重,果肉硬度,可溶性固形物和果实纵横径,并算出果形指数(纵横径比)。

## 2 结果和讨论

**2.1 对花芽形成的影响** 表 1 表明,与他人的试验结果<sup>[5]</sup>相同,大年‘红富士’苹果树花芽孕育期<sup>[6]</sup>喷施  $GA_3$  几乎使花芽不能形成,而春季土施多效唑(有效成分  $1.5 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ )或花芽孕育期喷施乙烯利( $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )均明显地减少新梢长度,增加短果枝数(乙烯利有增加的趋势),促进花芽形成,但是对于大年苹果树,两种处理增加的花芽数量均有限,不能满足生产上的需要。然而,土施多效唑配合花芽孕育期喷施乙烯利,花芽形成数量成倍增加,是两种处理单独施用的 6 倍左右。黄卫东等的试验结果也表明,多效唑或烯效唑配合环剥或刻芽的促花效应比单独处理好得多<sup>[2]</sup>。这些结果都进一步说明,苹果的花芽形成受到多因子的调控,果树栽培中采用单一技术促进花芽形成很难获得理想的效果,因此,筛选适宜的系统控花技术,才能有效调控果树的花芽形成,为丰产稳产,克服大小结果打下基础。

表 1 几种植物生长调节物质对 5 年生大年‘红富士’苹果花芽形成的影响(1993)

Table 1 Effects of several plant growth regulators on flower bud formation of 5-year-old on-year ‘Red Fuji’ apple

处理号 Treatment number	处理 Treatment	处理方法 Treatment method	处理时期 Treatment date	干周/cm Trunk girth	新梢长度/cm Shoot length	短枝数量 /个·株 <sup>-1</sup> No. of spurs per tree	处理第二年 每株花序数 No. of inflorescence per tree in the following year
1	CK	—	—	36	52.1a	226bc	8c
2	多效唑/ $1.5 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ Pacl. ( $1.5 \text{ g ai per tree}$ )	土施 Soil application	1992-04-20	35	24.1c	296a	48b
3	乙烯利/ $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Ethylene	叶面喷施 Foliar spray	1992-06-15	36	38.2b	242b	44b
4	$GA_3/200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	叶面喷施 Foliar spray	1992-06-15	35	55.2a	199c	1d
5	2+3	同 2,3 Same as 2,3	同 2,3 Same as 2,3	34	17.3d	283a	284a

地点:顺义县赵各庄乡千亩果园

Site: “Ten hundred Mu” orchard of Shunyi county in Beijing.

**2.2 对坐果的影响** 在我国许多苹果产区,花期常遇低温危害,虽然多数地区不一定使花冻死,但是低温常使坐果降低。表 2 表明,在试验园大蕾期至花期最低温度为  $7 \sim 10 \text{ }^\circ\text{C}$  的情

况下,大蕾期喷施 200 倍甘油复合制剂“防霜灵”,可以明显提高 4 年生‘新红星’苹果前期和最终坐果率,这说明提高花的抗低温能力有利于苹果的坐果。

表 2 表明,盛花期喷施  $GA_{4+7}$  或 6-BA 100~200  $mg \cdot L^{-1}$  可以使‘新红星’苹果坐果率略有增加,但不明显,这与他人的结果相似<sup>[7]</sup>。但是两者配合应用“蛇果素”(250~1 000 倍),虽

表 2 植物生长调节物质对苹果坐果的影响(1994)

Table 2 Effects of plant growth regulators on the fruit set of apple

品种 Cultivar	处理 Treatment	处理时间 Treatment time	处理浓度 Conc.	百花序坐果数 <sup>④</sup> Fruits per 100 blossoming spurs	
				前期坐果 Initial set	最终坐果 Final set
4 年生‘新红星’ 4-year-old ‘Starkrimson’	CK	大蕾期 Full color	清水 Water	119(100)b	69(100)b
	防霜灵 <sup>①</sup> F. S. L.	bud (04-15)	200 倍 200 times	139(117)a	86(125)a
	CK	盛花期 Full bloom	清水 Water	115a	73(100)b
	蛇果素 <sup>②</sup> S. G. S.	(04-18)	500 倍 500 times	124a	96(132)a
6 年生 ‘新红星’ 6-year-old ‘Stardrimson’	CK	盛花期 Full bloom	清水 Water	—	67(100)c
	$GA_{4+7}$	(04-19)	100 $mg \cdot L^{-1}$	—	71(106)bc
	$GA_{4+7}$		200 $mg \cdot L^{-1}$	—	77(115)b
	6-BA		100 $mg \cdot L^{-1}$	—	72(107)bc
	6-BA		200 $mg \cdot L^{-1}$	—	76(113)b
	蛇果素 S. G. S		250 倍 250 times	—	95(142)a
	蛇果素 S. G. S		500 倍	—	93(139)a
	蛇果素 S. G. S		500 倍	—	93(139)a
	蛇果素 S. G. S		1000 倍 1000 times	—	76(113)b
4 年生 ‘红富士’ 4-year-old ‘Red Fuji’	CK	盛花期 Full bloom	清水 Water	174(100)	123(100)c
	$GA_{4+7}$	(04-22)	30 $mg \cdot L^{-1}$	188(108)	160(130)b
	$GA_{4+7}$		50 $mg \cdot L^{-1}$	195(112)	172(140)a
	G-Na+K <sup>③</sup>	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	500 倍 500 times	192(110)	171(139)a
	对照 Control	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	清水 Water	—	42.9(100)c
	G-Na+K	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	500 倍	—	51.2(119)b
	G-Na+K	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	500 倍	—	70.1(163)a
	G-Na+K	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	500 倍	—	70.1(163)a
	G-Na+K	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	500 倍	—	70.1(163)a
	G-Na+K	花后 2,10 d 2 or 10 days after blooming	500 倍	—	70.1(163)a

注:①为甘油复合制剂。Glycer mixture——“Fang Shuang Lin”(F. S. L.)。

②“She Guo Su”(6-BA 1.8%+ $GA_{4+7}$  1.8%)(S. G. S.)

③谷氨酸钠钾制剂, Mixture of glutamine+Na+K(G-Na+K)。

④前期坐果为盛花后 20 d 的坐果率,最终坐果为 6 月落果以后的坐果率。Initial fruit set was counted 20 days after full bloom, final fruit set was counted after “June drop”。

然两者的浓度降低了(“蛇果素”的  $GA_{4+7}$  和 6-BA 分别为 1.8%, 250~1 000 倍则分别含  $GA_{4+7}$  和 6-BA 18~72  $mg \cdot L^{-2}$ ), 但是提高坐果的效应反而增加了(+13%~42%)。可见适宜的植物生长调节剂配合应用可以增加提高坐果的效应, 这也说明, 坐果的激素调控不是由单一激素所控制, 而是由多种激素平衡所调控的。‘红富士’的试验还表明, 盛花期喷施 30 或 50  $mg \cdot L^{-1} GA_{4+7}$  也可以提高坐果率, 而且提高坐果的作用在最终坐果上反应上比前期坐果明显。‘新红星’的试验也有相同的趋势。因此, 用前期坐果率不一定能充分反映出激素对坐果的效应。

本试验发现, 花后 2 d 和 10 d 喷施谷氨酸钠钾复合制剂可以明显提高‘红富士’苹果的坐果率, 而且喷施 2 次的处理比花后 2 d 的一次处理高得多(表 2)。谷氨酸钠钾复合制剂对坐果的影响未见报道, 因此, 我们在多效唑调控的苹果园进一步进行试验(表 3)。从表 3 可以看出: 在土施多效唑的 5 年生‘红富士’苹果园, 花后 2 d 和 10 d 叶面喷施谷氨酸钠钾复合制剂 2 次, 也可以明显增加坐果率(坐果花序数), 同时还可以增加短果枝的叶面积, 叶片厚度, 提高产量和单果重, 对果肉硬度, 可溶性固形物则无明显影响, 而且在所试浓度范围内, 效应随着浓度的提高而增加, 以 250 倍效果最好, 生产上应用可以采取 500 倍较为经济, 目前, 多效唑应用技术已成为我国许多苹果园的常规技术, 它可以明显减少营养生长, 提高产量, 但也往往减少叶面积, 负载量过高时还减小果个<sup>[8]</sup>。应用这一技术可以克服多效唑这一不足之处, 二者配合应用将有利于开发苹果丰产优质的遗传和生理功能潜力。

表 3 土施多效唑调控下, 叶面喷施谷氨酸钠钾复合制剂(G-Na+K)  
对五年生‘红富士’苹果生长结果的影响<sup>①</sup>

Table 3 Effects of foliar spray of G-Na+K on the growth and fruiting of 5-year-old ‘Red Fuji’ apple under of soil application of paclobutrazol<sup>②</sup>

处 理 Treatment	处理时间 Treatment time	坐果率 <sup>②</sup> / % Fruit set	短果枝中部 单叶面积/ $cm^2$ Leaf area on mid-spur	10 片叶厚 度/ $cm$ 10 leaves thickening	株产/ $kg$ Av. total yield per tree	单果重/ $g$ Av. weight of fruit	果肉硬度 $/kg \cdot cm^{-2}$ Fresh firmness	可溶性 固形物 T. S. S.
CK	花后 2, 10 d 2, 10 days	78b	31. 0b	0. 24b	24. 1b	217. 3b	8. 5	12. 8
G-Na+K <sup>③</sup> 250 倍 250 times	after bloom	86a	35. 0a	0. 26a	34. 3a	264. 9a	8. 8	13. 3
G-Na+K 500 倍 500 times		84a	35. 4a	0. 27a	32. 0a	263. 1a	8. 8	13. 3
G-Na+K 1000 倍 1000 times		84a	33. 2ab	0. 26a	28. 0ab	264. 5a	8. 7	13. 0

注: ①1989 年春季土施每株 1.5 g 有效成分, 1991 年春季补施每株 0.75 g 有效成分。 Paclobutrazol 1.5 g ai per tree in spring in 1989+paclobutrazol 0.75 g ai per tree in spring in 1991.

②每花序只留一个果。 One fruit left on each spur.

③G~Na+K: 谷氨酸钠钾制剂。 Mixture of glutamine+Na+K.

2.3 对果形发育的影响 与他人的研究结果相同<sup>[4]</sup>。表 4 表明, 盛花期喷施“蛇果素”(  $GA_{4+7}$  + 6-BA 复合制剂) 可以明显改善‘新红星’苹果的果形, “蛇果素”处理的果实, 果形指数增加, 果顶五棱突起(图 1)。单独喷施  $GA_{4+7}$  也可以明显增加果形指数, 但五棱突起较不明显。而单独喷施 6-BA 则不同, 它不仅可以提高果形指数, 而且也使五棱明显突出, 即

促进了果实萼端发育。但是, 6-BA 处理果形指数的增加不象  $GA_{4+7}$  处理的那样使整个果实的纵向生长增加, 而只使萼端纵向生长增加, 果实基部则不太明显, 表现果顶基部大(图2)。而且喷布不均匀, 还会造成畸形果, 即萼端五棱突起不均匀。

1993 年我们还进行了幼果期喷施“蛇果素”的试验, 结果表明, 幼果期(盛花后 10 d)喷施也可以促进果实的纵向生长, 提高果形指数, 但是萼端五棱突起则有太明显。这说明萼端的细胞分裂主要在花后很短的时间内。

表 4 表明, “蛇果素”对单果重、果肉硬度和可溶性固形物无明显影响, 只是高浓度处理可使单果重增加。

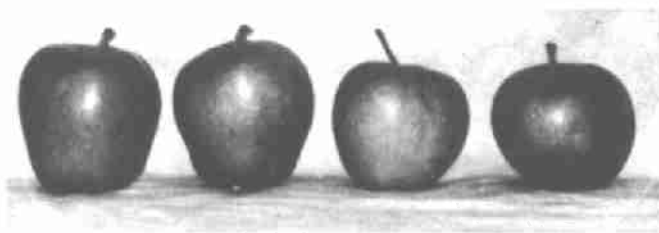


图1 “蛇果素”对“新红星”苹果果实形状的影响  
Fig.1 Effects of S.G.S. on fruit shape of ‘Starkrimson’ apple  
从左至右: 蛇果素 250, 500, 1 000 倍及对照  
From left to right, S.G.S. 250, 500, 1000 times and control

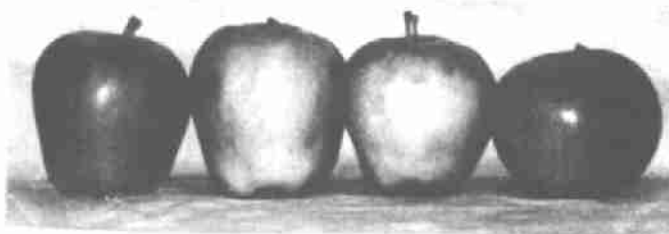


图2 “蛇果素”,  $GA_{4+7}$  和 6-BA 对“新红星”苹果果实形状的影响  
Fig.2 Effects of S.G.S.,  $GA_{4+7}$  and 6-BA on fruit shape of ‘Starkrimson’ apple  
从左至右:  $GA_{4+7}$  50  $mg \cdot L^{-1}$ , “蛇果素”250 倍, 6-BA 50  $mg \cdot L^{-1}$  和对照  
From left to right:  $GA_{4+7}$  50  $mg \cdot L^{-1}$ , S.G.S. 250 times, 6-BA 50  $mg \cdot L^{-1}$  and control

表 4 生长调节剂对“新红星”苹果果形和果实品质的影响

Table 4 Effects of plant growth regulators on fruit shape and quality of ‘Starkrimson’ apple

处 理 Treatment	果形指数 Fruit index (L/D ratio)	单果重/g Av. weight of fruit	硬度/ $kg \cdot cm^{-2}$ Fresh firmness	可溶性固形物/% T. S. S.
CK	0.87c	225	8.3	9.0
$GA_{4+7}$ 100 $mg \cdot L^{-1}$	0.97ab	—	—	—
$GA_{4+7}$ 200 $mg \cdot L^{-1}$	0.98ab	—	—	—
6-BA 100 $mg \cdot L^{-1}$	0.94b	—	—	—
6-BA 200 $mg \cdot L^{-1}$	0.95ab	—	—	—
蛇果素 250 倍 S.G.S. 250 times	1.03a	240	8.8	8.8
蛇果素 500 倍 S.G.S. 500 times	1.01a	231	8.9	9.2
蛇果素 1 000 倍 S.G.S. 1 000 times	0.93bc	225	8.8	9.2

采收时间 1994-09-03. Harvest time: 1994-09-03.

## 参 考 文 献

- 1 黄卫东(主编). 植物生长调节剂在果树上的应用. 北京农业大学出版社, 1993
- 2 黄卫东, 韩振海, 刘肃, 冯国发, 卢炳华. 苹果幼树生长结果的系统化控技术研究. 北京农业大学学报,

1994,20(4):402~407

- 3 Greene D W. Effect of silver nitrate, aminoethoxyvinylglycine and gibberellins GA<sub>4+7</sub> plus 6-benzylaminopurine on fruit set and development of 'Delicious' apples. J Amer Soc Hort Sci, 1980, 105: 717~720
- 4 Stembridge G E, Morrell G. Effect of gibberellins and 6-benzylaminopurine on the shape and fruit set of 'Delicious' apples. J Amer Soc Hort Sci, 1972, 97: 464~467
- 5 Buban I, Faust M. Flower bud induction in apple trees; Internal control and differentiation. Hort Rev, 1982, 4: 174~203
- 6 李天红, 孟昭清, 黄卫东. 红富士苹果花芽孕育期的研究. 北京农业大学学报, 1995, 21(2): 165~169
- 7 Edgerton L J. Some effects of aminoethoxyvinylglycine, 6-benzylaminopurine and gibberellins on fruit set and vegetative growth of apple. Acta Hort, 1981, 120: 125~130
- 8 黄卫东, 沈隽, 孙文彬, 胡小松, 刘肃, 冯国发. 土施多效唑对富士和国光苹果树生长结果的影响. 中国农业科学, 1993, 26(3): 56~62

## Effects of Several Plant Growth Regulators on Flowering and Fruiting of Apple

Huang Weidong Han Zhenhai Liu Su Xu Xuefeng  
(College of Agronomy & Crop Science, CAU, Beijing 100094)

Feng Guofa  
(Forestry Station of Zhaogezhuang Town, Shunyi County, Beijing)

**Abstract:** The experiments were carried out to pursue effects of single or mixed use of several plant growth regulators (PGR) on flower bud formation, fruit set, fruit shape and production of apple. The results obtained showed that soil application of paclobutrazol (pacl.) at the rate of 1.5 g ai per tree in the early spring plus foliar spray ethylene in flower bud induction with 500 mg·L<sup>-1</sup> to 5-year-old on-year 'Red Fuji' apple tree could significantly increase its flower bud formation, even though single use of soil application of pacl. or foliar spray ethylene may all enhance flower bud formation, the former being 6 times more than latter. 200 times spray of "Fang Shuang Lin" (Glycer mixture) (F. S. L.) just before bloom or single spray of gibberellins A<sub>4+7</sub> (GA<sub>4+7</sub> with 200 mg·L<sup>-1</sup> or 6-benzylaminopurine (6-BA) with 2000 mg·L<sup>-1</sup> or "She guo Su" (1.8% GA<sub>4+7</sub> + 1.8% 6-BA) (S. G. S.) with 250~500 times could all increase fruit set of young bearing 'Starkrimson' apple, and the latter treatments could also increase fruit index (L/D ratio), but effects on fruit quality were not observed. Foliar spray of GA<sub>4+7</sub> with 30 or 50 mg·L<sup>-1</sup> during full bloom of 5-year-old 'Red Fuji' apple could increase its fruit set also.

The experimental results also showed that fruit set of 5-year-old 'Red Fuji' apple tree was significantly increased by spray of G-Na+K (mixture of Glutamine+Na+K) at 2 or 10 days after full bloom. In the 5-year-old 'Red Fuji' apple orchard of soil application of pacl., spray of G-Na+K could increase not only fruit set, but leaf area and thickness of spur, fruit weight and production also. Significant effects of these treatments on fruit quality were not observed yet.

**Key words:** apple; flower bud formation; fruit set; fruit shape; plant growth regulator