

# 两种无害化疏花剂在‘瑞阳’苹果上的应用研究

韩明明<sup>1</sup> 孙鲁龙<sup>1</sup> 王娇娇<sup>1</sup> 何肖肖<sup>1</sup> 郭雄雄<sup>1</sup> 王丽<sup>1</sup> 梁俊<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西杨凌 712100; 2. 陕西省苹果工程技术研究中心, 陕西杨凌 712100)

**摘要:**【目的】探究无害化疏花剂对‘瑞阳’的疏花效果及适宜的使用方法, 为无害化疏花剂的应用提供参考。【方法】选用甲酸钙(CFA, 10 g/L)和支链仲醇聚氧乙烯醚(TMN-6, 0.5 mg/L)两种无公害药剂作为疏花剂, 设置两个喷施时期组合(I: 中心花开 75%、全树花开 60% II: 中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%), 研究不同喷施时期对苹果新品种‘瑞阳’的疏花效果。【结果】CFA 在时期II分别喷施一次优于其他处理, 花朵坐果率、花序坐果率、单双果率分别为 35.00%、50.93%、49.07%, 其疏花成本较人工疏花节约了 64%, 比 CFA 在时期I疏花节约了 5%, 比 TMN-6 疏花节约了 17%。【结论】综上, 对于‘瑞阳’苹果而言, CFA 的疏花效果优于 TMN-6 的疏花效果, 其中 CFA (10 g/L) 在 3 个不同开花时期各喷 1 次对‘瑞阳’苹果的疏花效果最好。

**关键词:** 苹果; 瑞阳; 无害化疏花剂; 化学疏花

**中图分类号:** S66.1 **文献标识码:** A

## Application of Two Harmless Flower-thinning Agents on 'Ruiyang'

### Apple

HAN Mingming<sup>1</sup>, SUN Lulong<sup>1</sup>, WANG Jiaojiao<sup>1</sup>, HE Xiaoxiao<sup>1</sup>, GUO Xiongxiang<sup>1</sup>, WANG Li<sup>1</sup>,  
LIANG Jun<sup>1,2</sup>

(1. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling 712100, Shanxi, China; 2. Apple Engineering and Technology Research Center of Shanxi Province, Yangling Shanxi 712100, China)

**Abstract:**【Objective】To investigate the effect of harmless flower thinning agent on 'Ruiyang' and the suitable application method, so as to provide reference for the application of harmless flower thinning agent.【Methods】The experiment was conducted in 2021 at the Apple Experiment Station of Northwest Agriculture and Forestry University, Baishui County, Weinan City (N 35° 12' 26", E 109° 32' 49", altitude 850 m). Two pollution-free agents, calcium-formic acid compound (CFA, 10 g/L) and branched secondary alcohol ethoxylates (TMN-6, 0.5 mg/L), were selected as flower thinning agents. Two combinations of spraying periods were set (I: 75% central flowering and 60% whole-tree flowering; II: 75% central flowering, 40% whole-tree flowering and 60% whole-tree flowering). The control group was also set to spray plain water instead and use manual flower thinning. Three replications were set up in each, single-plot, zone arrangement to study the effect

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFD1000201); 陕西省重大科技专项(2020zdzx03-06-02-02); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2452020033)

作者简介: 韩明明(1996—), 女, 河北保定人, 硕士研究生, 研究方向为苹果省力化花果管理和品质提升。E-mail: 1186560658@qq.com

通信作者: 梁俊(1963—), 男, 陕西西安人, 教授, 博士, 研究方向为苹果安全质量和苹果品质改良。E-mail: strongca@163.com

of different spraying periods on flower thinning of the new apple variety 'Ruiyang'. The test material was 9-year-old 'Ruiyang', cultivated on M26 dwarf self-root rootstock. The selected test trees were of comparable potential and their management practices were consistent. They were all naturally pollinated, with grass between rows and spacing of 1.5 m × 4 m. The whole tree was sprayed with a low-powered sprayer between 10:00-11:00 a.m. or 16:00-17:00 p.m., avoiding the time period of strong and hot midday sun. The order of spraying is first top then bottom, inner then outer, evenly sprayed on the inflorescence stigma until droplets appear. Before spraying flower thinning agent, a representative main branch was selected to survey the number of inflorescences, central flowers, flowers, terminal flower buds and axillary flower buds. Two weeks after physiological fruiting, the number of fruiting inflorescences, the number of fruiting inflorescences of terminal flower buds, the number of fruiting inflorescences of axillary flower buds, the number of fruiting central flowers, the number of fruiting side flowers, the number of fruiting flowers, the number of single and double fruiting flowers, the number of multiple fruiting flowers and the number of empty tables were investigated and counted, and then the fruiting rate of each index was calculated. The center flower fruiting rate, side flower fruiting rate, flower fruiting rate, inflorescence fruiting rate, terminal bud inflorescence fruiting rate, axillary bud inflorescence fruiting rate, empty stem rate, single and double fruiting rate, and multiple fruiting rate were used to reflect the flower thinning effect of different treatments.【Results】CFA was better than the other treatments when sprayed once in period II, respectively. The floral fruiting rate, inflorescence fruiting rate, and single and double fruiting rate were 35.00%, 50.93%, and 49.07%, respectively. The percentage of fruit set of terminal flower bud inflorescence and axillary flower bud inflorescence were 60.02% and 36.66%, respectively. Their inflorescence fruiting rate was reduced by 16.89% compared to manual thinning and the difference was significant. The axillary bud inflorescence fruiting rate was similar to the effect of manual thinning, and the axillary buds could be thinned effectively. And the cost of flower thinning saved 64% compared with manual thinning, 5% compared with CFA in period I thinning, and 17% compared with TMN-6 thinning.

【Conclusion】 In summary, for 'Ruiyang' apple, the flower thinning effect of CFA was better than that of TMN-6. One spray of CFA (10 g/L) at 75% central flowering, 40% whole-tree flowering and 60% whole-tree flowering was the best for 'Ruiyang' apples, so it is more suitable for application in production.

**Keywords:** Apple; Ruiyang; Harmless flower thinning agent; Chemical thinning

苹果 (*Malus domestica* Bork.) 是世界上最重要的温带果树之一, 适应性强, 分布区域广。我国作为世界第一苹果生产大国, 苹果种植面积高达 246.69 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。疏花疏果是苹果花果管理的重要环节, 可有效调节树体负载量, 缓解果树大小年问题, 提高优果率, 从而达到优质丰产的效果<sup>[2]</sup>。目前疏花疏果有人工疏除、化学疏除和机械疏除三种方法。其中人工疏除是最精确的办法, 但需耗费大量的人力、物力、财力, 即使是矮化密植的果园, 每 667  $\text{m}^2$  用工至少 8 个, 成本在 1000 元左右, 人工疏花已经不能满足当下我国苹果产业发展的需求。机械疏除方法在国内外已有一些研究, 但是目前还未发现任何一种疏除机器能够应

用于大规模生产中<sup>[3]</sup>。因此化学疏花疏果技术将是我国未来苹果疏花疏果的发展方向，是苹果轻简化栽培重要的技术环节。

近年来，国内外在化学疏花疏果剂开发与应用方面取得了一定的成果，但部分化学疏花剂对访花昆虫以及果树会造成一定的危害。KNIGHT J N.研究表明，石硫合剂使用不当会造成叶片畸形，并对果园授粉蜂产生危害<sup>[4]</sup>。Bound S A.等研究发现硫代硫酸铵会灼伤花朵边缘，使用不当会加重药害，易产生烧叶的现象<sup>[5]</sup>。日本在 1950 年左右便开始应用二硝基化合物进行疏花试验，发现二硝基甲酚会引发果锈，影响果实外观品质，并且二硝基甲酚含有重金属物质，会对果园的生态环境造成危害<sup>[6]</sup>。因此，寻求环保无公害的化学疏花剂是化学疏花的重要研究方向。甲酸钙（Calcium-formic Acid Compound，简称 CFA）又被称为蚁酸钙制剂，经研究发现其可当作疏花补钙剂使用<sup>[7]</sup>；支链仲醇聚氧乙烯醚（2,6,8-trimethyl-4-nonyloxypolyethylen-coxyethanol，简称 TMN-6），是美国 DOW 化学公司开发的 Tergitol 系列表面活性剂的一种。后经研究发现也具有一定的疏花作用，并且得到美国 FDA 认证，可作为疏花疏果剂用于农业生产<sup>[8]</sup>。

目前，关于甲酸钙与支链仲醇聚氧乙烯醚作为疏花剂在果树上的应用效果已经有一些报道<sup>[9-14]</sup>，大多都在应用在金冠、新红星、国光等老品种上<sup>[15]</sup>，近年来也有一些应用于富士、嘎啦上，瑞阳是新几年培育的苹果新品种，易成花且花量大，迫切需要化学疏花来实现轻简化花果管理。本研究采用苹果新品种‘瑞阳’<sup>[16]</sup>（‘秦冠’×‘长富 2 号’）作为试验材料进行试验。通过比较不同疏花剂对‘瑞阳’的疏花效果，从而筛选出对‘瑞阳’具有较好疏除效应的疏花剂及使用方法，为无害化疏花剂的应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 地点

试验于 2021 年在渭南市白水县西北农林科技大学苹果试验站（N 35° 12' 26"，E 109° 32' 49"，海拔 850 m）进行，试验地地处关中平原与陕北黄土高原的过渡地带，是典型的黄土高原沟壑区，属暖温带大陆性季风气候，雨热同季，降雨适中，2021 年 4 月降水量为 68.1 mm，日平均温度为 12.2 °C；5 月降水量为 53.4 mm，日平均温度 16.9 °C；昼夜温差较大。

### 1.2 材料

试验材料为 9 a 生的‘瑞阳’，M<sub>26</sub>矮化自根砧栽培。所选试验树树势相当，管理措施一致，自然授粉，行间生草，株行距为 1.5 m×4 m。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 试验处理

以甲酸钙（CFA，10 g/L）和支链仲醇聚氧乙烯醚（TMN-6，0.5 mg/L）为疏花剂，在花期不同阶段（中心花开 75%、全树花开 40%和全树花开 60%）喷施，以喷施清水为空白，以人工疏花作为对照，各设置 3 个重复，单株小区，区组排列，试验处理见表 1。

表 1 试验处理

Table 1 Experiment treatments

处理标识 Code	疏花剂 Thinning agent	处理时期 Time
Y1	甲酸钙 CFA (10 g/L)	I
Y2	甲酸钙 CFA (10 g/L)	II
T1	支链仲醇聚氧乙烯醚 TMN-6 (0.5 mg/L)	I
T2	支链仲醇聚氧乙烯醚 TMN-6 (0.5 mg/L)	II
CK1	清水	I
CK2	清水	II
CK3	人工疏花	III

注: I: 分别于中心花开 75% (4/12)、全树花开 60% (4/16) 用药一次; II: 分别于中心花开 75% (4/12)、全树花开 40% (4/14)、全树花开 60% (4/16) 用药一次; III: 全树花开 60% (4/16)

Note: I: 75% central flowering(4/12), 60% whole-tree flowering(4/16). II: 75% central flowering(4/12), 40% whole-tree flowering(4/14), and 60% whole-tree flowering(4/16). III: 60% whole-tree flowering(4/16).

用小型动力试喷雾器于上午 10:00-11:00 或下午 16:00-17:00 之间对全树进行喷施, 避开中午阳光强烈高温的时间段。喷施顺序为先上后下, 先内膛后外围, 均匀喷布在花序柱头上, 直至出现液滴为止。

人工对照: 在全树花开 60%时开始对所选植株进行人工疏花, 每 20~25 cm 留 1 个健壮花序, 其余花序全部疏除, 保留中心花和 1~2 朵边花<sup>[17]</sup>。

坐果数指标测定后, 对所有试验树进行人工疏果及定果, 保证后期生产不受影响。

### 1.3.2 测定指标及方法

喷施疏花剂前选择代表性主枝调查花序数、中心花数、花朵数、顶花芽数及腋花芽数。生理落果后两周调查统计花序坐果数、顶花芽花序坐果数、腋花芽花序坐果数、中心花坐果数、边花坐果数、花朵坐果数、单双果数、多果数以及空台数, 进而计算各指标坐果率。以中心花坐果率、边花坐果率、花朵坐果率、花序坐果率、顶花芽花序坐果率、腋芽花序坐果率、空台率、单双果率、多果率反映不同处理的疏花效果。

中心花坐果率 (%) = 坐果中心花数 / 总中心花数 × 100

边花坐果率 (%) = 坐果边花数 / 总边花数 × 100

花朵坐果率 (%) = 坐果花朵数 / 总花朵数 × 100

花序坐果率 (%) = 坐果花序数 / 总花序数 × 100

顶花芽花序坐果率 (%) = 顶花芽结果花序数 / 顶花芽花序总数 × 100

腋花芽花序坐果率 (%) = 腋花芽结果花序数 / 腋花芽花序总数 × 100

空台率 (%) = 空台数 / 总花序数 × 100 (结果数为 0 的果台即视为空台)

单双果率 (%) = 单双果果台总数 / 结果果台总数 × 100

多果率 (%) = 多果果台总数 / 结果果台总数 × 100 (默认一个花序坐果为三个及三个以上为多果)

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2017 对数据进行统计分析制图，采用 SPSS26 软件进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同疏花方式对‘瑞阳’的作用效果

#### 2.1.1 不同疏花方式对‘瑞阳’花朵坐果影响

如表 2 所示，不同疏花方式对‘瑞阳’花朵坐果率的抑制效果存在显著性差异，均显著降低坐果率，最高比清水对照减少 45.42%。CK1（时期I喷施清水）的花朵坐果率、中心花坐果率、边花坐果率最高，分别为 91.43%、89.36%、91.92%。在两种疏花剂不同的疏花方式中，Y2 处理（时期II喷施 CFA）的表现最好，花朵坐果率为 35.00%，显著低于其他处理约 1.7 倍，与人工疏花的花朵坐果率 34.24%相当；中心花坐果率为 50.08%，与 Y1 处理（时期I喷施 CFA）和人工疏花差异不显著；边花坐果率为 30.56%，比其他三种疏花方式低 26.00%，为 CK2（时期II喷施清水）的 2.5 倍，与人工疏花 28.83%差异不显著。T1 处理（时期I喷施 TMN-6）的花朵坐果率 61.15%、中心花坐果率 80.04%、边花坐果率 55.29%显著低于清水对照，各坐果率分别为人工疏花的 1.7 倍、1.3 倍和 1.9 倍，差异显著；与 T2 处理（时期II喷施 TMN-6）的各坐果率相近，差异不显著。可见，TMN-6 对‘瑞阳’苹果的疏花效果不会随喷施时期的不同而变化。从表 2 可以看出，两种疏花剂对边花坐果的抑制性均高于对中心花坐果的抑制性，且中心花坐果率与花朵坐果率变化趋势相同，说明两种疏花剂均只对开放且未授粉受精的花朵有疏除作用。综上所述，在花期的 3 个不同时期施用 CFA 疏花的效果最好。

表 2 不同疏花方式对‘瑞阳’花朵坐果影响

Table 2 Effects of different thinning methods on fruit setting of ' Ruiyang ' flowers

组别 Code	花朵坐果率 Total flower fruit set rate	中心花坐果率 Fruit set rate of central flower	边花坐果率 Fruit set rate of side flowers
Y1	0.61±0.00 <sup>c</sup>	0.66±0.04 <sup>c</sup>	0.59±0.01 <sup>c</sup>
Y2	0.35±0.02 <sup>d</sup>	0.50±0.08 <sup>c</sup>	0.31±0.01 <sup>d</sup>
T1	0.61±0.07 <sup>c</sup>	0.80±0.04 <sup>ab</sup>	0.55±0.07 <sup>c</sup>
T2	0.61±0.03 <sup>c</sup>	0.77±0.06 <sup>b</sup>	0.57±0.03 <sup>c</sup>
CK1	0.92±0.03 <sup>a</sup>	0.88±0.02 <sup>a</sup>	0.92±0.02 <sup>a</sup>
CK2	0.78±0.03 <sup>b</sup>	0.87±0.02 <sup>a</sup>	0.75±0.04 <sup>b</sup>
CK3	0.29±0.05 <sup>d</sup>	0.58±0.03 <sup>c</sup>	0.23±0.05 <sup>d</sup>

注：组间不同字母标注表示有显著性差异（P<0.05）

Note: There was significant difference in the expression of different letters between groups ( P < 0.05 ).

#### 2.1.2 不同疏花方式对‘瑞阳’花序坐果影响

由表 3 可知，不同疏花方式对‘瑞阳’花序坐果影响不同，均与清水对照有差异，花序坐果率最高比清水对照减少 41.52%。CK2 处理的花序坐果率、顶花芽花序坐果率最高，分别为 92.45%、93.62%。在两种疏花剂不同的疏花方式中，Y2 处理的疏花效果最好，花序坐果率、顶花芽花序坐果率、腋花芽花序坐果率分别为 50.93%、60.02%和 36.66%；其花序坐果

率比人工疏花降低了 16.89%，差异显著；腋花芽花序坐果率与人工疏花效果相近，说明 Y2 处理可以有效的对腋花芽进行疏除。Y1 处理的顶花芽花序坐果率比 Y2 处理高 2.12%，两者之间无明显差异，均为对应清水对照的 2/3，可见‘瑞阳’顶花芽花序坐果率不会因 CFA 喷施时期的变化而有较大变化。T2 处理的疏花效果最差，其腋花芽疏除率为 86.80%，比对应的清水对照高 3.47%；T2 与 T1 处理的花序坐果率分别为 82.81%，81.34%，差异性不显著，均为人工的 1.2 倍。综上所述，CFA 比 TMN-6 更适合作为‘瑞阳’的疏花剂，且分 3 个不同的时期进行一次喷施的疏花效果最好。

表 3 不同疏花方式对‘瑞阳’花序坐果影响

**Table 3 Effects of different thinning methods on inflorescence fruit setting of ' Ruiyang '**

组别 Code	花序坐果率 Cluster fruit set rate	顶花芽花序坐果率 Fruit set rate of top flower buds	腋花芽花序坐果率 Fruit set rate of axillary bud inflorescence
Y1	0.66±0.03 <sup>d</sup>	0.62±0.03 <sup>c</sup>	0.48±0.18 <sup>b</sup>
Y2	0.51±0.09 <sup>e</sup>	0.60±0.18 <sup>c</sup>	0.37±0.09 <sup>c</sup>
T1	0.81±0.02 <sup>c</sup>	0.88±0.06 <sup>a</sup>	0.77±0.09 <sup>a</sup>
T2	0.83±0.01 <sup>bc</sup>	0.83±0.07 <sup>ab</sup>	0.87±0.12 <sup>a</sup>
CK1	0.89±0.02 <sup>a</sup>	0.90±0.02 <sup>a</sup>	0.84±0.08 <sup>a</sup>
CK2	0.92±0.02 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>a</sup>	0.81±0.02 <sup>a</sup>
CK3	0.62±0.06 <sup>d</sup>	0.73±0.03 <sup>bc</sup>	0.34±0.03 <sup>c</sup>

注：组间不同字母标注表示有显著性差异（P<0.05）

Note: There was significant difference in the expression of different letters between groups ( P < 0.05 ).

### 2. 1. 3 不同疏花剂对‘瑞阳’单个果台坐果数量影响

表 4 结果表明，不同疏花方式对‘瑞阳’单个果台坐果具有不同程度的影响，均与清水对照差异显著。各处理的空台率均高于清水对照 7.55%，Y2 处理的空台率最高为 49.07%，是 Y1 处理的 1.4 倍，是 T1 和 T2 处理的 2.6 倍，与人工疏花 32.18% 差异显著。各处理的单双果占比均高于清水对照 8.16%，Y2 处理的单双果占比最高为 38.52%，依次是 Y1 处理、T2 处理、T1 处理的单双果占比分别为 17.83%、14.08%、10.05%，均与人工疏花 15.25% 差异显著。Y2 处理的多果占比最低为 59.42%，其次是 Y1 处理多果率为 82.17%，均低于人工疏花 84.75%，且与人工疏花差异显著，T1 与 T2 处理的多果率分别为 89.95%、85.92%，高于人工疏花，与人工疏花差异显著。乔进春等人<sup>[18]</sup>研究认为，空台率在 40%~60% 之间比较适宜，Y1 处理的试验结果与之研究一致，其它三种疏花方式空台率均低于 40%，可能是疏花剂与疏花方式的不同所导致的差异。综上，疏花效果最好的为 Y2 处理，其次是 Y1 处理。

表 4 不同疏花剂对‘瑞阳’果台坐果影响

**Table 4 Effects of Different Flower-thinning Agents on Fruit Setting of ' Ruiyang '**

组别 Code	空台率 Empty fruit rate	单双果率 Single and double fruit set rate	多果率 Multifruit rate
Y1	0.34±0.03 <sup>b</sup>	0.18±0.01 <sup>bc</sup>	0.82±0.01 <sup>c</sup>
Y2	0.49±0.09 <sup>a</sup>	0.39±0.08 <sup>a</sup>	0.59±0.07 <sup>e</sup>
T1	0.19±0.02 <sup>c</sup>	0.10±0.00 <sup>cde</sup>	0.90±0.00 <sup>bc</sup>
T2	0.17±0.01 <sup>cd</sup>	0.14±0.02 <sup>cd</sup>	0.86±0.02 <sup>bc</sup>
CK1	0.09±0.02 <sup>e</sup>	0.01±0.01 <sup>e</sup>	0.99±0.01 <sup>a</sup>
CK2	0.10±0.02 <sup>de</sup>	0.08±0.03 <sup>de</sup>	0.94±0.03 <sup>ab</sup>
CK3	0.38±0.06 <sup>b</sup>	0.26±0.09 <sup>b</sup>	0.84±0.09 <sup>d</sup>

注：组间不同字母标注表示有显著性差异（ $P < 0.05$ ）

Note: There was significant difference in the expression of different letters between groups ( $P < 0.05$ ).

## 2.2 化学疏花剂经济效益分析

从表 5 可以看出,化学疏花可以极大程度的节约人工投入成本,Y1 处理节约人工 75%,Y2 处理节约人工 88%,T1 和 T2 处理均节约用工 67%;每 667m<sup>2</sup> 化学疏花总投入分别为 588.2、521.7、759.2、760.7 元,较人工疏花分别减少 59%、64%、47%。其中 Y2 处理(时期II喷施 CFA)节本增效效果最为显著。

表 5 化学疏花经济效益研究

Table 5 Study on economic benefit of chemical flower thinning

处理	药剂 费用 (元/667m <sup>2</sup> )	化学疏花 用工 (个/667m <sup>2</sup> )	人工 补疏用工 (个/667m <sup>2</sup> )	人工 投入 (元/667m <sup>2</sup> )	人工 节约 (%)	机械折旧及 燃油等投入 (元/667m <sup>2</sup> )	总投入 (元/667m <sup>2</sup> )	总投入节 约(%)
Y1	224	0.01	3	361.2	75%	3	588.2	59%
Y2	336	0.01	1.5	181.2	88%	4.5	521.7	64%
T1	275	0.01	4	481.2	67%	3	759.2	47%
T2	275	0.01	4	481.2	67%	4.5	760.7	47%
人工疏花			12	1440.0			1440.0	

注：工值（元/d）均为 120

Note: Work values (yuan / d) were 120

## 3 讨论

### 3.1 不同疏花机理对苹果疏花效果的影响

不同的疏花试剂其疏花机理不同,因此会对疏花效果产生不同的影响。马宝焜等<sup>[19]</sup>在石硫合剂对苹果授粉受精影响的观察研究中指出了其作用机理是:石硫合剂会灼伤花的柱头组织,使其丧失接受花粉的能力同时杀伤花粉,阻止受精。王安丽等<sup>[20]</sup>研究表明在初果期红富士苹果新红 1 号中心花 75%~85%时喷施石硫合剂 200 倍液能够起到很好的疏花效果。但是石硫合剂的疏花效果不稳定,使用不当会造成叶片畸形,并且还会腐蚀损坏金属制的弥雾机<sup>[21]</sup>。萘乙酸疏花主要是阻止或破坏花粉管的正常生长,使受精不良或无法受精而导致其无法坐果<sup>[22]</sup>。雷远等<sup>[23]</sup>研究发现在嘎啦苹果上初花期后的第二天和第四天各喷施一次 15mg/L 萘乙酸萘,花序坐果率为 51.5%,有较好的疏花效果,但是在试验过程中发现树体

树叶偏向生长并且有明显的卷曲现象。孟玉平等<sup>[22]</sup>等在甲酸钙对苹果授粉受精影响的观察试验中发现,甲酸钙对苹果受精的影响,破坏柱头,同时会杀伤落在柱头上的花粉以及已经长入花柱上部的花粉管,使之不能完成受精作用。10g/L CFA 在花期三个不同时期喷施的花序坐果率为 50.93%,与雷远等<sup>[23]</sup>的发现一致;虽然甲酸钙的疏花机理与石硫合剂和奈乙酸相似,但是其不会对树体及周围环境造成危害。TMN-6 疏除机制是通过抑制柱头的活性而阻止受精<sup>[12]</sup>。本试验中发现 TMN-6 的花朵坐果率明显低于清水对照,与陆金珍<sup>[24]</sup>等发现一致。不同的疏花试剂具有不同的特点,而甲酸钙和 TMN-6 两种疏花试剂均具有无公害,价格低廉,易获取等特点,会成为研究和推广优势试剂。

### 3.2 花期气候对疏花效果的影响

光照、温度、湿度等不可控因素对化学疏花的影响很大。花期持续低温使得花期延长,中心花与边花开放时间间隔拉大,有利于疏花剂的喷施,达到“保中去边”的目的。但是极端的气候条件、施用疏花剂前后的天气状况均会严重影响疏花效果。Tokota 等<sup>[25]</sup>研究发现,阴雨天气会导致奈乙酸疏除过量;低温高湿的环境有助于二硝基类化合物的吸收,在疏花的同时,易损害树体幼嫩器官<sup>[26]</sup>。王安丽等<sup>[20]</sup>认为,喷施疏花剂时持续高温,也可能会降低药效。武应霞等<sup>[12]</sup>研究表明,在富士盛花期喷布 0.5 mg/L TMN-6,坐果率为 27.9%,具有明显的疏花效果,且显著降低腋花芽坐果率。这与本试验研究结果不符,可能是由于花期不良的天气状况,影响了疏花效果。据不完全调查显示,2012 年‘瑞阳’花期 4/9—4/21 连续 10 天为阴天或多云天气,并伴随二到三级微风,推测可能是因为风力加快了花粉的传播速度,有利于花朵授粉,对化学疏花效果产生一定影响;并且喷施疏花剂时,大风影响了药剂喷施的质量,使得所施药剂不能充分落在柱头上,从而降低了疏花效果。虽然应用化学疏花方法可以省时省力,但是其目前还不能完全取代人工疏花,我们可以将化学疏花作为一项生产辅助技术,后期再进行小规模的人工定果,可以有效节约生产成本。由于化学疏花受环境影响较大,根据不同的气候,可以对疏花剂的使用进行适当的调整,建议在掌握熟练的化学疏花使用技术之后,再规模化投入应用。

## 4 结论

对比不同化学疏花方式在‘瑞阳’苹果上的疏除效果和应用成本。施用 CFA 作为疏花剂的疏除效果优于 TMN-6,其中分别于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%时 CFA 喷施一次的单双果率 38.52%,顶花芽花序坐果率为 60.02%,腋花芽花序坐果率仅为 36.66%,疏花效果显著,且投入成本最低,比人工疏花投入成本节约 64%,因此其更适合在生产中应用。

### 参考文献 References:

- [1] 马遇伯,李全新.中国苹果产业发展现状与前景——以陕西省白水为例[J].农业展望,2019,15(04):38-42. MA Yubo, LI Xin. Development Status and Prospects of Apple Industry in China - - A Case Study of Baishui County, Shaanxi Province [J]. Agricultural Prospects, 2019,15 ( 04 ) : 38-42.
- [2] 孟玉平,曹秋芬,横田清等.钙化合物对对苹果疏花疏果的效应[J].果树学报,2002,19( 6 ) : 365—368.

MENG Yuping, CAO Qiufen, HENG Tianqing and so on. Effects of calcium compounds on thinning flowers and fruits of apple [J]. Journal of Fruit Trees, 2002, 19 ( 6 ) : 365-368.

[3] 刘利民, 聂琳, 赵红亮, 曹依静, 孙昂. 苹果疏花疏果技术问题研究[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(11):88-91.

LIU Limin, NIE Lin, ZHAO Hongliang, CAO Yijing, SUN Ang. Research on the technical problems of apple flower and fruit thinning [J]. Shaanxi Agricultural Science, 2018, 64 ( 11 ) : 88-91.

[4] KNIGHT J N. Carbaryl as a fruit thinner for apple-how does it work [J]. Acta Hort(Ishs), 1983, 137:71- 76.

[5] Bound S A and Wilson S J. Ammonium thiosulfate and 6-benzyladenine improve the crop load and fruit quality of ‘Delicious’ apples [J]. Aust. J. of Exp. Agri. 2007, 47: 635-644.

[6] 卢蒙蒙, 江珊, 张国浩, 邹养军. 苹果化学疏花疏果技术研究进展[J]. 中国果树, 2021(04):4-7+22.

LU Mengmeng, JIANG Shan, ZHANG Guohao, ZOU Yangjun. Research progress on chemical flower and fruit thinning technology of apple [ J ]. Chinese fruit trees, 2021 (04) : 4-7 + 22.

[7] MCFERSON J, TOM A, FELIPE C, et al. Organic chemical bloom thinning of tree fruits[C]: Proceedings of the third national organic tree fruit research symposium [EB/OL]. Chelan, Washington: Granatstein D, [2005-06-08].

<http://organic.tfrec.wsu.edu/Organi-cIFP/OrganicFruitProduction/PROCEED.FINAL.Pdf>

[8] 郑先波, 武应霞, 朱玉芳, 李继东, 冯建灿. 无公害化学疏花疏果剂——TMN-6 应用效果良好[J]. 果农之友, 2011(11):25.

ZHENG Xianbo, WU Yingxia, ZHU Yufang, LI Jidong, FENG Jiancan. Pollution-free chemical flower and fruit thinning agent TMN-6 has good application effect [J]. Friends of fruit growers, 2011 (11) : 25.

[9] 王来平, 杨鲁光, 王景波, 薛晓敏, 王金政, 嘎拉. 富士苹果化学疏花疏果试验[J]. 落叶果树, 2018, 50(02):21-23.

WANG Laiping, YANG Luguang, WANG Jingbo, XUE Xiaomin, WANG Jinzheng. Gala, Fuji apple chemical flower thinning and fruit thinning experiments [ J ]. Deciduous fruit trees, 2018, 50 (02):21–23

[10] 王秋萍, 李振岗, 葛玉梅. 红富士苹果化学疏花疏果试验[J]. 烟台果树, 2009(4):18-19.

WANG Qiuping, LI Zhengang, GE Yumei, Red Fuji apple chemical thinning experiment [J]. Yantai fruit trees, 2009 (4) : 18-19.

[11] 薛晓敏, 王金政, 路超, 等. 红将军苹果的疏花疏果试验[J]. 落叶果树, 2013, 45(5):7-9.

XUE Xiaomin, WANG Jinzheng, LU Chao, etc. Chemical flower thinning and fruit thinning experiment of General Red Apple [ J ]. Deciduous fruit trees, 2013, 45 ( 5 ) : 7-9.

[12] 武应霞, 郑先波, 李继东, 朱玉芳, 毕会涛, 胡春瑞, 冯建灿. 化学疏花剂对富士苹果的疏花疏果效应[J]. 林业科技开发, 2012, 26(01):112-114.

WU Yingxia, ZHENG Xianbo, LI Jidong, ZHU Yufang, BI Huitao, HU Chunrui, FENG Jiancan. Chemical flower thinning agent on Fuji apple flower thinning effect [J]. Forestry science and technology development, 2012, 26 (01):112-114.

[13] Wilkins B S, Ebel R C, Dozier W A. Tergitol TMN—6 for thinning peach blossoms [J]. Hort Science, 2004, 39( 7) : 161—1613.

[14] Fallahi E, Fallahi B, McFerson J R, et al. Tergitol—TMN—6 surfactant is an effective blossom thinner for stone fruits [J]. Hort Science, 2006, 41( 5) : 1243—1248.

[15] 王学府, 孟玉平, 曹秋芬, 张玉萍, 韩明玉. 苹果化学疏花疏果研究进展[J]. 果树学报, 2006(03):437-441.

WANG Xuefu, MENG Yuping, CAO Qiufen, ZHANG Yuping, HAN Mingyu. Research progress on chemical flower and fruit thinning of apple [J]. Journal of Fruit Trees, 2006 (03):437-441.

[16] 王雷存, 赵政阳, 高华, 杨亚州, 刘振中, 武月妮, 张伯虎, 党智宏. 晚熟苹果新品种‘瑞阳’[J]. 园艺学

报,2015,42(10):2083-2084.

WANG Leicun, ZHAO Zhengyang, GAO Hua, YANG Yazhou, LIU Zhenzhong, WU Yueni, ZHANG Bohu, DANG Zhihong. A new late- ripening apple cultivar'Ruiyang'[J]. Acta Horticulturae Sinica,2015,42(10): 2083-2084.

[17] 李学益.不同间距疏花疏果对长富2号苹果产量产值的影响[J].北方果树,2007(02):22-23.

LI Xueyi.Effects of different spacing on yield and output value of Changfu No.2 apple [J].Northern fruit trees, 2007 (02):22-23.

[18] 乔进春,朱梅玲,姜秀英.乙烯利及NAA对红富士疏花疏果的效应[J].经济林研究,2000,18(3):28—30.

QIAO Jinchun, ZHU Meiling, JIANG Xiuying. Effects of ethephon and NAA on flower and fruit thinning of Red Fuji [ J ]. Economic Forest Research, 2000,18 ( 3 ) : 28-30.

[19] 马宝焜,李万军,裴东,等.石硫合剂对苹果授粉受精影响的观察[J].果树,1987,(1):2—3.

MA Baokun, LI Wanjun, PEI Dong, etc. Observation on the effect of stone sulfur mixture on apple pollination and fertilization [J]. Fruit tree,1987, (1):2-3.

[20] 王安丽,李文胜,周文静,吴泽珍,张振军,胡安鸿.红富士苹果不同化学疏花剂的疏除效果及成本分析[J].新疆农业科学,2020,57(07):1251-1258.

WANG Anli, LI Wensheng, ZHOU Wenjing, WU Zezhen, ZHANG Zhenjun, HU Anhong. Effect and cost analysis of different chemical flower thinning agents for Fuji apple [J]. Xinjiang Agricultural Science, 2020,57 (07):1251-1258.

[21] KNIGHT J N. Carbaryl as a fruit thinner for apple-how does it work [J]. Acta Hort(Ishs), 1983, 137:71- 76.

[22] 孟玉平,曹秋芬,横田清.两种疏花剂对苹果授粉受精过程的影响[J].园艺学报,2003,30(4):384—388.

MENG Yuping, CAO Qiufen and HENG Tianqing. Effects of two flower thinning agents on pollination and fertilization of apple [J]. Horticultural Journal,2003,30 (4):384-388.

[23] 雷远,梁俊,彭婷,毛海燕,李征,郭梦月.3种疏花剂对'嘎啦'苹果的疏花效应[J].西北农业学报,2018,27(03):378-383.

LEI Yuan, LIANG Jun, PENG Ting, MAO Haiyan, LI Zheng, GUO Mengyue. Flower thinning effect of three kinds of flower thinning agents on ' Gala ' apple [J]. Northwest Agricultural Journal,2018,27 (03):378-383.

[24] 陆金珍,石卓功,和润喜.昆明市西山区苹果化学疏花疏果效果试验[J].经济林研究,2012,30(02):91-94.

LU Jinzhen, SHI Zhuogong, HE Runxi. Chemical flower and fruit thinning effect test of apple in Xishan District, Kunming [J]. Economic forest research,2012,30 (02):91-94.

[25] TOKOTA K, MURASHITA K, TAKITAS, et al. Flower thinning effect of synthetic auxins on Fuji apple[J]. Acta Horticulture,1995,394:105-112

[26] 白建瑞.无公害化学疏花剂对富士苹果疏除效果的比较研究[D].山西农业大学,2013.

BAI Jianrui. Comparative study on the effect of pollution-free chemical flower thinning agent on Fuji apple [D].Shanxi Agricultural University, 2013.