

## 2 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) 2种无公害药剂作为疏花剂,设置2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%、40.58%,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]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)分别于中心花开75%、全树花开40%、全树花开60%时喷施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 S661.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)24-0038-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.24.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Application of Two Harmless Flower-thinning Agents on ‘Ruiyang’ Apple**

HAN Ming-ming, SUN Lu-long, WANG Jiao-jiao et al (College of Horticulture, Northwest A &amp; F University, Yangling, Shaanxi 712100)

**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. [Method] 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 of different spraying periods on flower thinning of the new apple variety ‘Ruiyang’. [Result] 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 40.58%, 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] 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 was more suitable for application in production.

**Key words** 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3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,1 $\text{hm}^2$ 用工至少120个,成本在15000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<sup>[4]</sup>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。Bound等<sup>[5]</sup>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。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,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, CFA)又被称为蚁酸钙制剂,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,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。笔者采用苹果新品种“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

**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:苹果省力化花果管理和品质提升。\*通信作者,教授,博士,从事苹果安全质量和苹果品质改良研究。

**收稿日期** 2022-02-10

出对“瑞阳”具有较好疏除效应的疏花剂及使用方法,为无公害疏花剂的应用提供参考。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验地概况** 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(109° 32' 49"E, 35° 12' 26"N, 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 ℃;5 月降水量为 53.4 mm,日平均温度 16.9 ℃;昼夜温差较大。

**1.2 试验材料** 试验材料为 9 年生的“瑞阳”,M26 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×4.0 m。

**1.3 试验方法** 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,试验设计见表 1。

表 1 试验处理

Table 1 Experiment treatments

处理 Treatment	疏花剂 Thinning agent	处理时期 Time
Y <sub>1</sub>	甲酸钙 CFA(10 g/L)	I
Y <sub>2</sub>	甲酸钙 CFA(10 g/L)	II
T <sub>1</sub>	支链仲醇聚氧乙烯醚 TMN-6(0.5 mg/L)	I
T <sub>2</sub>	支链仲醇聚氧乙烯醚 TMN-6(0.5 mg/L)	II
CK <sub>1</sub>	清水	I
CK <sub>2</sub>	清水	II
CK <sub>3</sub>	人工疏花	III

注:I分别于中心花开 75%(04-12)、全树花开 60%(04-16)用药一次;II分别于中心花开 75%(04-12)、全树花开 40%(04-14)、全树花开 60%(04-16)用药一次;III为全树花开 60%(04-16)

Note:I.75% central flowering(04-12),60% whole-tree flowering(04-16).II.75% central flowering(04-12),40% whole-tree flowering(04-14),and 60% whole-tree flowering(04-16).III.60% whole-tree flowering(04-16)

用小型动力试喷雾器于 10:00—11:00 或 16:00—17:00 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。

**1.4 测定指标与方法** 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 14 d 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 3 个及 3 个以上为多果)

**1.5 数据分析** 采用 Excel 2017 对试验数据进行统计分析,与制图,采用 SPSS 26 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”花朵坐果的影响。**由表 2 可知,不同疏花方式对“瑞阳”花朵坐果率的抑制效果存在显著差异,均显著降低坐果率。在 2 种疏花剂不同的疏花方式中,Y<sub>2</sub> 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,比清水对照(CK<sub>2</sub>)降低 45.42 百分点,与人工疏花(CK<sub>3</sub>)的花朵坐果率 34.24%无显著差异;中心花坐果率为 50.08%,与 Y<sub>1</sub> 处理(时期I喷施 CFA)和人工疏花(CK<sub>3</sub>)差异不显著;Y<sub>2</sub> 处理边花坐果率为 30.56%,显著低于其他 3 种疏花方式,是 CK<sub>2</sub>(时期II喷施清水)的 0.39 倍,与人工疏花 28.83% 差异不显著。T<sub>1</sub> 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%均显著低于清水对照(CK<sub>1</sub>),各坐果率分别为人工疏花的 1.8、1.4 和 1.9 倍,差异显著;与 T<sub>2</sub> 处理(时期II喷施 TMN-6)的各坐果率相近,且差异不显著。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。2 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 2 种疏花剂均对开放且未授粉受精的花朵有疏除作用。综上所述,10 g/L CFA 分别于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%时喷施一次的效果更好。

**2.1.2 不同疏花方式对“瑞阳”花序坐果的影响。**由表 3 可知,不同疏花方式对“瑞阳”花序坐果的影响不同,均与清水对照有差异。CK<sub>2</sub> 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 2 种疏花剂不同疏花方式中,Y<sub>2</sub> 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 百分点,且差异显著;腋花芽花序坐果率 Y<sub>2</sub> 处理与人工疏花 36.84% 差异不显著,说明 Y<sub>2</sub> 处理可以有效地对腋花芽进行疏除。Y<sub>1</sub> 处理的顶花芽花序坐果率比 Y<sub>2</sub> 处理高 2.12 百分点,两者之间无显著差异,分别

为对应清水对照的 0.69 和 0.64 倍,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。 $T_2$  处理的疏花效果最差,其腋花芽花序坐果率为 86.80%,比对应的清水对照( $CK_2$ )高 3.47 百分点; $T_2$  与  $T_1$  处理的花序坐果率分别为 82.81%、81.34%,差异不显著,均为人工疏花的 1.2 倍。综上所述,CFA 比 TMN-6 更适合作为“瑞阳”的疏花剂,且分别于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%时喷施一次的疏花效果最好。

表 2 不同疏花方式对“瑞阳”花朵坐果的影响

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

处理 Treat- ment	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
$Y_1$	60.72±0.00 c	65.59±0.04 c	59.25±0.01 c
$Y_2$	35.00±0.02 d	50.08±0.08 c	30.56±0.01 d
$T_1$	61.15±0.07 c	80.04±0.04 b	55.29±0.07 c
$T_2$	61.20±0.03 c	77.02±0.06 b	57.02±0.03 c
$CK_1$	91.43±0.03 a	89.36±0.02 a	91.92±0.02 a
$CK_2$	80.42±0.03 b	88.68±0.02 a	78.21±0.04 b
$CK_3$	34.24±0.05 d	58.62±0.03 c	28.83±0.05 d

注:同列不同小写字母表示不同处理间性显著差异( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant difference between different groups ( $P<0.05$ )

表 3 不同疏花方式对“瑞阳”花序坐果的影响

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

处理 Treat- ment	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
$Y_1$	66.32±0.03 d	62.14±0.03 c	47.56±0.18 b
$Y_2$	50.93±0.09 e	60.02±0.18 c	36.66±0.09 c
$T_1$	81.34±0.02 c	87.86±0.06 a	76.98±0.09 a
$T_2$	82.81±0.01 bc	83.35±0.07 ab	86.80±0.12 a
$CK_1$	89.36±0.02 a	90.70±0.02 a	75.00±0.08 a
$CK_2$	92.45±0.02 a	93.62±0.01 a	83.33±0.02 a
$CK_3$	67.82±0.06 d	76.47±0.03 bc	36.84±0.03 c

注:同列不同小写字母表示不同处理间性显著差异( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant difference between different groups ( $P<0.05$ )

2.1.3 不同疏花剂对“瑞阳”单个果台坐果数量的影响。由表 4 可知,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。 $Y_2$  处理的空台率最高为 49.07%,是  $Y_1$  处理的 1.5 倍,分别为  $T_1$  和  $T_2$  处理的 2.6 和 2.9 倍,与人工疏花 32.18% 差异显著。各处理单双果率均高于清水对照, $Y_2$  处理的单双果率最高为 40.58%,其次是  $Y_1$  处理,单双果率分别为 17.83%,均与人工疏花 15.25% 差异显著。 $Y_2$  处理的多果率最低为 59.42%,其次是  $Y_1$  处理多果率为 82.17%,均低于人工疏花 84.75%,且  $Y_2$  处理与人工疏花差异显著, $T_1$  与  $T_2$  处理的多果率分别为 89.95%、85.92%,高于人工疏花。乔进春等<sup>[18]</sup> 研究认为,空台率在 40%~60% 比较适宜, $Y_1$  处理的试验结果与该研究结果一致,其他 3 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结果。综上,疏花效果最好的  $Y_2$  处理(10 g/L CFA 分别于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60% 时喷施一次),其次是  $Y_1$  处理(10 g/L CFA 分别于中心花开 75%、全树花开 60% 时喷施一次)。

表 4 不同疏花剂对“瑞阳”果台坐果的影响

Table 4 Effects of different flower-thinning agents on fruit setting of 'Ruiyang'

处理 Treat- ment	空台率 Empty fruit rate	单双果率 Single and double fruit set rate	多果率 Multifruit rate
$Y_1$	33.68±0.03 b	17.83±0.01 b	82.17±0.01 c
$Y_2$	49.07±0.09 a	40.58±0.08 a	59.42±0.07 d
$T_1$	18.66±0.02 c	10.05±0.09 cde	89.95±0.00 bc
$T_2$	17.19±0.01 cd	14.08±0.02 cd	85.92±0.02 bc
$CK_1$	10.64±0.02 e	4.64±0.01 e	95.36±0.01 a
$CK_2$	7.55±0.02 e	8.16±0.03 de	91.84±0.03 ab
$CK_3$	32.18±0.06 b	15.25±0.09 c	84.75±0.09 bc

注:同列不同小写字母表示不同处理间性显著差异( $P<0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant difference between different 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地节约人工投入成本, $Y_1$  处理节约人工 75%, $Y_2$  处理节约人工 89%, $T_1$  和  $T_2$  处理均节约用工 67%;化学疏花总投入分别为 8 823.0、7 825.5、11 388.0、11 410.5 元/hm<sup>2</sup>,较人工疏花分别减少 59%、64%、47% 和 47%。其中  $Y_2$  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

Table 5 Economic benefit of chemical flower thinning

处理 Treatment	药剂费用 Reagent cost 元/hm <sup>2</sup>	化学疏花用工 Labor for chemical flower thinning 个/hm <sup>2</sup>	人工补疏用工 Manual repl- enishment labor 个/hm <sup>2</sup>	人工投入 Manual imput 元/hm <sup>2</sup>	人工节约 Labor saving//%	机械折旧及 燃油等投入 Machinery depre- ciation and fuel oil investment//元/hm <sup>2</sup>	总投入 Total invest- ment 元/hm <sup>2</sup>	总投入节约 Total investment saving//%
$Y_1$	3 360	0.15	45.0	5 418	75	45.0	8 823.0	59
$Y_2$	5 040	0.15	22.5	2 418	89	67.5	7 825.5	64
$T_1$	4 125	0.15	60.0	7 218	67	45.0	11 388.0	47
$T_2$	4 125	0.15	60.0	7 218	67	67.5	11 410.5	47
$CK_3$ (人工疏花)	—	—	180.0	21 600	—	—	21 600.0	—

注:工值均为 120 元/d

Note: Work values were 120 yuan/d

### 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研究中指出了其作用机理,即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>[4]</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>[21]</sup>。雷远等<sup>[22]</sup>研究发现在嘎啦苹果上初花期后的第2天和第4天各喷施一次15 mg/L萘乙酸,花序坐果率为51.5%,有较好的疏花效果,但在试验过程中发现树体树叶偏向生长且有明显的卷曲现象。孟玉平等<sup>[21]</sup>在甲酸钙对苹果授粉受精影响的试验中发现,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。10 g/L CFA 在花期3个不同时期喷施的花序坐果率为50.93%,与雷远等<sup>[22]</sup>的结果一致;虽然甲酸钙的疏花机理与石硫合剂和萘乙酸相似,但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>。该试验发现 TMN-6 的花朵坐果率明显低于清水对照,与陆金珍等<sup>[23]</sup>结果一致。不同疏花试剂具有不同的特点,而甲酸钙和 TMN-6 这 2 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。Yokota 等<sup>[24]</sup>研究发现,阴雨天气会导致萘乙酸疏除过量;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>[25]</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。这与该试验结果不符,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04-09—04-21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;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,但其目前还不能完全取代人工疏花,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40.58%,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

- [1] 马遇伯,李全新.中国苹果产业发展现状与前景:以陕西省白水县为例[J].农业展望,2019,15(4):38-42.
- [2] 孟玉平,曹秋芬,横田清,等.钙化合物对苹果疏花疏果的效应[J].果树学报,2002,19(6):365-368.
- [3] 刘利民,聂琳,赵红亮,等.苹果疏花疏果技术问题研究[J].陕西农业科学,2018,64(11):88-91.
- [4] KNIGHT J N. Carbaryl as a fruit thinner for apple-how does it work[J]. Acta Hort, 1983, 137:71-76.
- [5] BOUND S A, WILSON S J. Ammonium thiosulfate and 6-benzyladenine improve the crop load and fruit quality of “Delicious” apples[J]. Aust J Exp Agric, 2007, 47(5):635-644.
- [6] 卢蒙蒙,江珊,张国浩,等.苹果化学疏花疏果技术研究进展[J].中国果树,2021(4):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. Wenatchee, WA: Washington State University Tree Fruit Research and Extension Center, 2005.
- [8] 郑先波,武应霞,朱玉芳,等.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.
- [9] 王来平,杨鲁光,王景波,等.嘎啦、富士苹果化学疏花疏果试验[J].落叶果树,2018,50(2):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.
- [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.
- [12] 武应霞,郑先波,李继东,等.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(1):112-114.
- [13] WILKINS B S, EBEL R C, DOZIER W A, et al. Tergitol TMN-6 for thinning peach blossoms[J]. HortScience, 2004, 39(7):1611-1613.
- [14] FALLAHI E, FALLAHI B, MCFERSON J R, et al. Tergitol-TMN-6 surfactant is an effective blossom thinner for stone fruits[J]. HortScience, 2006, 41(5):1243-1248.
- [15] 王学府,孟玉平,曹秋芬,等.苹果化学疏花疏果研究进展[J].果树学报,2006,23(3):437-441.
- [16] 王雷存,赵政阳,高华,等.晚熟苹果新品种“瑞阳”[J].园艺学报,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(2):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):28-30,37.
- [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.
- [20] 王安丽,李文胜,周文静,等.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(7):1251-1258.
- [21] 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.
- [22] 雷远,梁俊,彭婷,等.3种疏花剂对“嘎啦”苹果的疏花效应[J].西北农业学报,2018,27(3):378-383.
- [23] 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(2):91-94.
- [24] YOKOTA K, MURASHITA K, TAKITA S, et al. Flower thinning effect of synthetic auxins on ‘Fuji’ apple[J]. Acta Hort, 1995, 394:105-112.
- [25] 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].太谷:山西农业大学,2013.