

两种无害化疏花剂在‘瑞雪’苹果上的应用研究

韩明明¹,孙鲁龙¹,王娇娇¹,何肖肖¹,郭雄雄¹,王 丽¹,梁 俊^{1,2*}

(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‘瑞雪’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】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进行,试验材料为 9 a 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 m。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,设置两种喷施时期组合(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%),研究不同疏花剂的不同喷施时期对苹果新品种‘瑞雪’的疏花效果。【结果】CFA 和 TMN-6 在时期 II 分别喷施 1 次花朵坐果率分别为 40.96%、48.22%,花序坐果率分别为 60.87%、68.22%,单双果率分别为 48.79%、39.67%,显著优于其他处理和人工对照;疏花成本较人工疏花分别节约了 63%、66%,节本增效效果显著。【结论】综上,对于‘瑞雪’苹果而言,CFA 和 TMN-6 于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%各喷施 1 次的疏花效果较好。

关键词:苹果;瑞雪;无害化疏花剂;化学疏花

文章编号:2096-8108(2022)03-0011-06 中图分类号:S661.1 文献标识码:A

DOI:10.16010/j.cnki.14-1127/s.2022.03.010

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

HAN Mingming¹, SUN Lulong¹, WANG Jiaojiao¹,

HE Xiaoxiao¹, GUO Xiongiong¹, WANG Li¹, LIANG Jun^{1,2*}

(1. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

2. Apple Engineering and Technology Research Center of Shanxi Province, Yangling 712100, China)

Abstract:【Objective】To explore the flower thinning effect of harmless flower thinning agent on ‘Ruixue’ and the suitable use method, and 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. The test material was 9-year-old ‘Ruiyang’, cultivated on M26 dwarf self-root rootstock. The selected test trees were 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. 10 g/L CFA and 0.5 mg/L TMN-6 were selected as two pollution-free agents for flower thinning. 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). Study on flower thinning effect of different flower thinning agents on new apple cultivar ‘Ruixue’.【Results】The fruit setting rates of flowers sprayed once by CFA and TMN-6 were 40.96% and 48.22%, respectively. The fruit setting rates of inflorescence were 60.87% and 68.22%, respectively. The single and double fruit rates were 48.79% and 39.67%, respectively, which were significantly better than other treatments and artificial control. The cost of thinning flowers was reduced by 63% and 66% compared with artificial thinning flowers, respectively.【Conclusion】In conclusion, for ‘Ruixue’ apple, spraying CFA and TMN-6 once at the center of flowering 75%, whole tree flowering 40%, whole tree flowering 60% had better thinning effect.

Keywords:apple;ruixue;harmless flower thinning agent;chemical thinning

收稿日期:2022-03-20

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)

第一作者简介:韩明明(1996-),女,硕士研究生,主要从事苹果省力化花果管理和品质提升的相关研究。E-mail:1186560658@qq.com

*通信作者:梁 俊(1963-),男,教授,博士,主要从事苹果安全质量和苹果品质改良的研究。E-mail:strongca@163.com

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 hm^2 ^[1]。在苹果栽培种植的整个生产环节中, 疏花疏果可有效调节树体负载量, 缓解果树大小年, 提高优果率, 是苹果花果管理过程中不可或缺的措施之一^[2]。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, 但费时费工, 即使是矮化密植的果园, 每亩 (667 m^2) 用工至少 8 个, 成本在 1 000 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^[3]。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, 是果园管理由密集劳动向省力化方向转变的重要技术手段, 是苹果轻简化栽培的重要环节。

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 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^[4]。Bound 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^[5]。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^[6]。因此, 寻求环保无害化的疏花剂是化学疏花的重要研究方向。甲酸钙 (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^[7]; 支链仲醇聚氧乙烯醚 (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^[8]。

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^[9-14], 大多都在应用在金冠、新红星、国光等老品种上^[15], 近年来也有一些应用于富士、嘎拉上, 瑞阳是新近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‘瑞雪’^[16] (‘秦富 1 号’×‘粉红女士’) 作为试验材料进行试验。通过比较不同疏花剂对‘瑞雪’的疏花效果, 从而筛选出对‘瑞雪’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; 昼夜温差大。

1.2 材料

试验材料为 9 a 生‘瑞雪/M26’, 树势相当, 管理措施一致, 采用自然授粉, 行间生草, 株行距为 1.5 m×4 m。

1.3 方法

1.3.1 试验处理

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), 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

| 序号 | 疏花剂 | 施药方式 | 处理标识 |
|----|---------------------------|------------------------------------|------------|
| 1 | 甲酸钙 CFA(10 g/L) | 中心花开 75%、全树花开 60% 各用药 1 次 | CFA - I |
| 2 | | 中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60% 各用药 1 次 | CFA - II |
| 3 | 支链仲醇聚氧乙烯醚 TMN-6(0.5 mg/L) | 中心花开 75%、全树花开 60% 各用药 1 次 | TMN-6 - I |
| 4 | | 中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60% 各用药 1 次 | TMN-6 - II |
| 5 | 清水 | 中心花开 75%、全树花开 60% 各用药 1 次 | 清水 - I |
| 6 | | 中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60% 各用药 1 次 | 清水 - II |
| 7 | 人工疏花 | 全树花开 60% | CK |

用小型动力试喷雾器于上午 10:00—11:00 或下午 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,喷施不同处理时,对喷雾器用清水冲洗 2~3 次,药剂现配现用。

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^[17]。

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

1) 坐果率。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。生理落果后两周调查统计花序坐果数、中心花坐果数、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、花朵坐果率、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

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

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 1 个花序坐果为 3 个及 3 个以上为多果)

2) 果实品质和产量测定。果实成熟期进行采收,每个供试单株的上、中、下 3 层不同方向部位随机摘取 10 个果实,每个处理 3 次重复。测定单果质量、果面色泽、果形指数、可溶性固形物、可滴定酸、果实硬度、果实密度、果实产量等指标。用电子天平称取单果质量;用数显游标卡尺测量果实纵横径计算果形指数;用数显测糖仪(PAL-1)测定可溶性固形物;用 GMK-835F 型苹果酸度计测量可滴定酸;用硬度计(GY-1)进行测定果实硬度;用 MINOLTA CR-400 型色差仪测定果面色泽指数 L^* 、 a^* 、 b^* 值(其中 L^* 表示亮度; a^* 表示着色程度, a^* 为正值时表示红色,数字越大着色程度约好, a^* 为一值时表示绿色; b^* 为底色,正值时表示黄色,一值时表示青色。);用排水法测量单个果实体积计算果实密

度。每个处理为一个区组统计结果量、单株产量和亩产量。

产量(kg) = 单株产量(kg) × 每亩(667 m²)株数

1.4 数据分析

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

2 结果与分析

2.1 不同疏花剂和喷施次数对‘瑞雪’坐果率的影响

10 g/L CFA 和 0.5 mg/L TMN-6 分别于中心花开 75%、全树花开 60%(I)和中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%(II)各喷施 1 次的不同指标坐果率如表 2 所示,不同处理对‘瑞雪’均有良好的疏花效果,且显著优于清水对照,CFA 喷施 3 次(II)的花序坐果率较低为 60.87%,比清水对照低 30.86%差异极显著,与人工对照 58.02%无显著差异,其次是 TMN-6 喷施 3 次(II)68.22%与 CFA 喷施 3 次(II)处理无显著差异,在中心花开 75%、全树花开 60%时喷施 1 次 CFA 与喷施 TMN-6 的花序坐果率分别为 73.47%和 78.76%,比清水对照低 15.13%、9.84%差异显著,分别为人工疏花的 1.27 倍和 1.36 倍与之有显著性差异;中心花坐果率与花序坐果率相对应;于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%时喷施一次 CFA 和喷施 TMN-6 的空台率较高,分别为 39.13%和 31.78%,是清水对照的 4.73 倍和 3.85 倍差异性极显著,与人工对照空台率 41.98%无显著差异;TMN-6 喷施 2 次(I)的单双果率为 29.23%虽略低于人工对照,但无显著差异,比清水对照高 9.73%差异性显著,另外 3 个处理的单双果率由高到低依次为 48.79%、39.67%和 33.35%均高于清水对照和人工对照 32.18%,与之差异性显著;通过试验处理和对照处理相比,疏花效果较好的是 CFA 喷施 3 次(II)和 TMN-6 喷施 3 次(II)处理,其次是 CFA 喷施 2 次(I)和 TMN-6 喷施 2 次(I)处理,因此对于‘瑞雪’而言,在中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%时喷施疏花剂的疏花效果优于在中心花开 75%、全树花开 60%的疏除效果。

表2 不同疏花剂和喷施次数对‘瑞雪’坐果影响

| 组别 | 中心花坐果率/% | 花朵坐果率/% | 花序坐果率/% | 空台率/% | 单双果率/% | 多果率/% |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CFA-Ⅰ | 67.74±0.31bc | 56.24±0.26bc | 73.47±0.14cd | 26.52±0.14bc | 33.35±0.16ab | 66.64±0.16c |
| CFA-Ⅱ | 59.82±0.14cd | 40.96±0.13de | 60.87±0.31e | 39.13±0.31a | 48.79±0.23a | 51.20±0.23d |
| TMN-6-Ⅰ | 72.71±0.32b | 62.44±0.23b | 78.76±0.23bc | 21.24±0.23cd | 29.23±0.09bc | 70.77±0.09bc |
| TMN-6-Ⅱ | 62.89±0.16bc | 48.22±0.27cd | 68.22±0.09de | 31.78±0.09ab | 39.67±0.26ab | 60.33±0.26cd |
| 清水-Ⅰ | 88.27±0.23a | 85.76±0.31a | 88.60±0.19ab | 11.39±0.19de | 19.86±0.16cd | 80.14±0.16ab |
| 清水-Ⅱ | 86.89±0.08a | 82.66±0.23a | 91.73±0.11a | 8.26±0.11e | 12.48±0.22d | 87.52±0.22a |
| CK | 51.22±0.15d | 30.05±0.17e | 58.02±0.16e | 41.98±0.16a | 32.81±0.12bc | 67.19±0.12bc |

注:小写字母表示5%水平显著性差异。

2.2 不同疏花剂和喷施次数对‘瑞雪’果实品质的影响

由表3可知,化学疏花对‘瑞雪’果实品质无不良影响。在果形指数和密度方面,各处理与人工对照相比有不同的提升或降低,但差异并不明显;各处理的果实硬度均大于人工对照 $6.97 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 且差异显著;在色泽方面,CFA喷施3次(Ⅱ)的 a^* 值最低为-14.32,与清水对照-12.35差异显著,CFA喷施2次(Ⅰ)的 a^* 值较高为-11.63与人工对照-13.39差异较显著;化学疏花后的果实的可溶性固形物含量普遍优于对照处理,CFA喷施3次(Ⅱ)

含量较高为14.28%,比清水对照高1.61%差异显著,其次是TMN-6喷施3次(Ⅱ)13.91%,比人工对照高1.11%差异显著;不同处理间可滴定酸含量略有差异,TMN-6喷施3次(Ⅱ)和CFA喷施2次(Ⅰ)的可滴定酸较高分别为0.28%和0.26%,略高于人工对照0.25%,差异性极显著,另外两个处理的可滴定酸均略低于对照组,无显著差异;在果实密度方面,各处理间无显著差异。综上可知,CFA和TMN-6对‘瑞雪’的果实品质无负面影响,且在色泽、果实硬度、可溶性固形物等方面具有提高优化作用。

表3 不同疏花剂和喷施次数对‘瑞雪’果实品质的影响

| 组别 | 果形指数 | 果实硬度 ($\text{Kg} \cdot \text{cm}^{-2}$) | 色泽 | | | 可溶性固形物 质量分数/% | 可滴定酸质量 分数/% | 果实密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) |
|---------|-------------|--|--------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---|
| | | | L*值 | a^* 值 | b^* 值 | | | |
| CFA-Ⅰ | 0.97±0.02a | 7.20±0.17ab | 76.78±0.57a | -11.63±0.44a | 39.41±0.87bcd | 13.65±0.53abc | 0.26±0.01a | 78.92±0.04a |
| CFA-Ⅱ | 0.94±0.01ab | 7.38±0.18a | 74.64±0.43b | -14.32±0.28c | 43.12±0.63a | 14.28±0.16a | 0.22±0.01d | 78.68±0.01a |
| TMN-6-Ⅰ | 0.92±0.02b | 7.20±0.14ab | 75.28±0.54ab | -13.37±0.48bc | 42.93±0.72a | 13.35±0.32abc | 0.23±0.01cd | 85.21±0.00a |
| TMN-6-Ⅱ | 0.96±0.01ab | 7.34±0.17a | 75.41±0.34ab | -13.01±0.28bc | 42.35±0.65ab | 13.91±0.27ab | 0.28±0.00a | 78.90±0.01a |
| 清水-Ⅰ | 0.96±0.02ab | 6.67±0.20b | 75.75±0.11ab | -12.90±0.29ab | 38.38±1.07cd | 12.67±0.52c | 0.24±0.02bcd | 81.11±0.01a |
| 清水-Ⅱ | 0.98±0.00a | 7.06±0.27ab | 75.50±1.25ab | -12.35±0.83ab | 38.01±1.26d | 12.67±0.18c | 0.25±0.00bcd | 81.56±0.02a |
| CK | 0.95±0.01ab | 6.97±0.14ab | 75.13±0.53ab | -13.39±0.35bc | 41.37±1.38abc | 12.80±0.20bc | 0.25±0.01bc | 82.79±0.01a |

注:小写字母表示5%水平显著性差异。

2.3 不同疏花剂和喷施次数对‘瑞雪’产量的影响

10 g/L CFA和0.5 mg/L TMN-6分别于‘瑞雪’中心花开75%、全树花开60%(Ⅰ)和中心花开75%、全树花开40%、全树花开60%(Ⅱ)各喷施1次的果实单果质量和产量如图1所示,不同的疏花处理对‘瑞雪’单果质量和亩(667 m²)产量影响不大,CFA喷施2次(Ⅰ)和TMN-6喷施3次(Ⅱ)的单果质量较大,分别为275.7 g和273.6 g比人工对照提高了16.6%、15.7%差异性显著,CFA喷施3次(Ⅱ)的单果质量为262.0 g比对应的清水对照高21.7g,比人工对照高25.5 g差异性较显著, TMN-6喷施2次(Ⅰ)的单果质量较低为250.3 g

较低于清水对照,与人工对照236.5 g差异不显著;4个疏花处理的亩(667 m²)产量均超过了2500 kg,其中CFA喷施3次(Ⅱ)和TMN-6喷施3次(Ⅱ)的亩(667 m²)产值较高,分别为2667.8 kg、2658.6 kg是清水对照的1.14倍差异显著,比人工对照高299.8 kg、290.7 kg差异较显著,其次是CFA喷施2次(Ⅰ)和TMN-6喷施2次(Ⅰ)处理,亩(667 m²)产值分别为2559.3 kg和2505.1 kg略高于人工对照2367.9 kg和清水对照2417.2 kg差异不显著。因此,10 g/L CFA和0.5 mg/L TMN-6对‘瑞雪’的单果质量与亩(667 m²)产量均无不良影响,且对产量还有略微提升的作用。

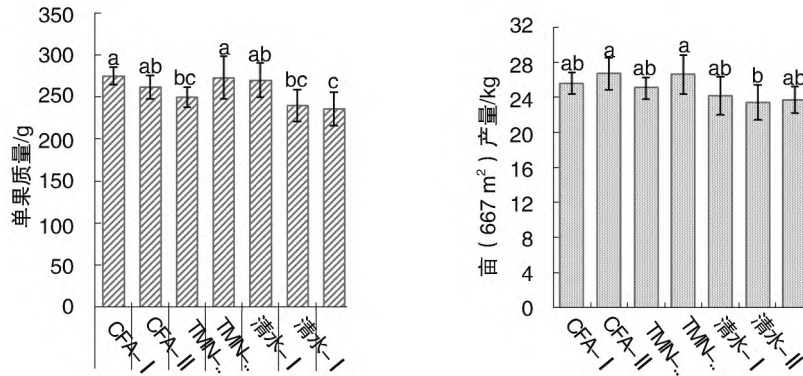


图1 不同疏花剂和喷施次数对‘瑞雪’单果质量和亩(667 m²)产量的影响

2.4 化学疏花剂经济效益分析

使用 CFA 和 TMN-6 疏花可以极大程度的节约人工投入成本,如表 4 所示。CFA 喷施 2 次(I)节约人工 73%,CFA 喷施 3 次(II)节约人工 88%,TMN-6 喷施 2 次(I)和 TMN-6 喷施 3 次(II)

分别节约用工 72%、85%;每亩(667 m²)化学疏花总投入分别为 612.2 元、521.7 元、687.2 元、496.7 元,较人工疏花分别减少 57%、63%、52%、66%。其中 CFA 喷施 3 次(II)和 TMN-6 喷施 3 次(II)节本增效效果较为显著。

表 4 化学疏花经济效益研究

| 处理 | 药剂费用 /[元·亩 ⁻¹ (667 m ²)] | 化学疏花 用工/[个·亩 ⁻¹ (667 m ²)] | 人工补疏用 工/[个·亩 ⁻¹ (667 m ²)] | 人工投入 /[元·亩 ⁻¹ (667 m ²)] | 人工节约/% | 机械折旧及 燃油等投入 /[元·亩 ⁻¹ (667 m ²)] | 总投入 /[元·亩 ⁻¹ (667 m ²)] | 总投入 节约/% |
|----------|---|---|---|---|--------|---|--|-------------|
| CFA-I | 224 | 0.01 | 3.2 | 385.2 | 73% | 3 | 612.2 | 57% |
| CFA-II | 336 | 0.01 | 1.5 | 181.2 | 88% | 4.5 | 521.7 | 63% |
| TMN-6-I | 275 | 0.01 | 3.4 | 409.2 | 72% | 3 | 687.2 | 52% |
| TMN-6-II | 275 | 0.01 | 1.8 | 217.2 | 85% | 4.5 | 496.7 | 66% |
| 人工疏花 | | | 12 | 1 440.0 | | | 1 440.0 | |

注:工值(元/d)均为 120

3 讨论

3.1 不同疏花原理的疏花效果

不同疏花试剂的疏花原理不同,因此会对疏花效果产生不同的影响。我国学者在化学疏花原理方面进行了大量研究,大致分为以下几类^[18]:1)通过损伤柱头组织、杀伤花粉而阻止受精,如石硫合剂和本试验所用的 TMN-6、CFA;2)通过抑制花粉萌发和花粉管生长而使之无法坐果,如 PDJ;3)通过抑制胚珠发育进行疏花,如萘乙酸钠、MCPB-ethyl;4)使花粉与柱头隔离阻止受精,如植物油等。

王安丽等^[19]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^[20]。雷远等^[21]研究发现在嘎拉苹果上初花期后的第 2 天和第 4 天各喷施 1 次 15 mg/L 萘乙酸,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木树叶偏向生

长并且有明显的卷曲现象。宋占丽等^[22]研究表明 40 g/L 植物油对蜜脆的疏除率为 69.37%,疏花效果较好。10 g/L CFA 喷施 3 次的花序坐果率为 60.87%,与雷远等^[23]的发现一致;虽然甲酸钠的疏花机理与石硫合剂相似,但是其不会对树体及周围环境造成危害。TMN-6 的花朵坐果率明显低于清水对照,与陆金珍^[23]等发现一致。不同的疏花试剂具有不同的特点,而甲酸钠和 TMN-6 两种疏花试剂均具有无公害,价格低廉,易获取等特点,有望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^[24]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,易损害树木幼嫩器官^[25]。王安丽

等^[19]认为,喷施疏花剂时持续高温,也可能会降低药效。武应霞等^[12]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,2021 年‘瑞雪’花期 4/10—4/20 连续 10 d 为阴天或多云天气,并伴随 2~3 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 CFA 和 TMN-6 不同喷施次数在‘瑞雪’苹果上的疏除效果和应用成本,CFA 和 TMN-6 喷施 3 次疏除效果优于喷施 2 次。于中心花开 75%、全树花开 40%、全树花开 60%时各喷施 1 次 CFA 的花朵坐果率为 40.96%,单双果率 48.79%;喷施 TMN-6 的花朵坐果率为 48.22%,单双果率为 39.67,疏花效果显著。与人工疏花相比,CFA 和 TMN-6 喷施 3 次投入成本分别节约 63%和 66%,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.
- [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,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 [EB/OL]. Chelan, Washington: Granatstein D, [2005-06-08].
- [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. 嘎拉、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. 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(1): 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, McPerson 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,等. 苹果化学疏花疏果研究进展[J]. 果树学报, 2006(3): 437-441.
- [16] 高华,赵政阳,王雷存,等. 苹果新品种‘瑞雪’的选育[J]. 果树学报, 2016, 33(3): 374-377.
- [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] 王艳丽. 两种化学疏花剂在苹果上的应用研究[D]. 西北农林科技大学, 2011.
- [19] 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.
- [20] KNIGHT J N. Carbaryl as a fruit thinner for apple—how does it work [J]. Acta Hort(Ishs), 1983(137): 71-76.
- [21] 雷远. 三种疏花剂在‘嘎拉’和‘富士’上的应用研究[D]. 西北农林科技大学, 2017.
- [22] 宋占丽,刁永强,拜热·居马洪,等. 不同疏花疏果剂对蜜脆苹果的疏除效果及成本分析[J]. 现代农业科技, 2021(13): 67-68.
- [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] TOKOTA K, MURASHITA K, TAKITAS, et al. Flower thinning effect of synthetic auxins on Fuji apple[J]. Acta Horticulture, 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]. 山西农业大学, 2013.