

不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果疏除效果及果实品质的影响

聂琳, 曹依静, 赵红亮, 卢航, 孙昂, 刘利民

(商丘市农林科学院, 河南 商丘 476000)

摘要:以5年生“美八”“粉红女士”苹果品种为试材, 选用有机钙制剂、苯噻草酮两种化学药剂进行疏花试验, 探究不同化学疏花剂对苹果疏除效果及果实品质的影响。结果表明, 喷施不同浓度的有机钙制剂和苯噻草酮显著降低“美八”“粉红女士”苹果品种花朵坐果率、花序坐果率, 提高单果率。同时, 有机钙制剂显著提高“美八”“粉红女士”苹果的单果重、可溶性糖含量; 苯噻草酮显著提高“美八”“粉红女士”苹果的单果重, 对果实品质没有影响。综合比较, 有机钙制剂150倍和苯噻草酮0.5 g/L对“美八”“粉红女士”苹果疏除效果较好。

关键词:苹果; 品种; 化学药剂; 疏花

中图分类号: S661.1 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2025)02-0047-05

Effects of Different Chemical Thinning Agents on Thinning Efficiency and Fruit Quality of ‘Meiba’ and ‘Pink Lady’ Apple Varieties

NIE Lin, CAO Yijing, ZHAO Hongliang, LU Hang, SUN Ang, LIU Limin

(Shangqiu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shangqiu, Henan 476000, China)

Abstract: Five-year-old ‘Meiba’ and ‘Pink Lady’ apple varieties were used as experimental materials to evaluate the effects of two chemical thinning agents, an organic calcium preparation and metamitron on flower thinning efficiency and fruit quality. The results showed that the spraying of organic calcium preparation and metamitron at different concentrations significantly reduced the fruit-setting rate of flowers and inflorescence of ‘Meiba’ and ‘Pink Lady’ apples while increasing the proportion of single fruits. The organic calcium preparation significantly increased the single fruit weight and the soluble sugar content in both apple varieties. Meanwhile, metamitron increased the single fruit weight without affecting fruit quality. A comprehensive comparison showed that organic calcium preparation at 150-fold dilution factor and metamitron at 0.5 g/L concentration achieved optimal flower thinning results for ‘Meiba’ and ‘Pink Lady’ apples.

Key words: Apple; Variety; Chemical agents; Flower thinning

苹果(*Malus domestica* Bork.)是最受人们欢迎的水果之一, 在全世界种植广泛, 适应性强, 2022年我国苹果种植面积达195.58万 hm^2 。苹果种植管理中疏花疏果是重要环节, 通过疏花疏果可以调控果树光合作用的积累与转变, 对果树营养生长和生殖生长有着重要的影响。疏花疏果不仅可以调节树体的负载量, 提高果实品质, 还能防止果树发

生大小年现象。疏花疏果方式包括人工疏花疏果、化学疏花疏果、机械疏花疏果。目前机械疏花疏果的研究应用较少, 人工疏花疏果耗费人力, 消耗时间较长, 不利于大规模集约化生产管理应用。化学疏花疏果疏除效率高且成本低, 操作简便, 是苹果省力化栽培技术的措施之一^[1]。国外从30年代开始化学疏花疏果剂研究, 在二硝基化合物、NAA、

收稿日期: 2024-07-21 修回日期: 2024-09-10

基金项目: 国家现代苹果产业技术体系建设专项资助项目(CARS-27)。

第一作者简介: 聂琳(1982-), 女, 硕士研究生, 助理研究员, 主要从事果树育种和栽培工作。

通信作者: 刘利民。

6-BA、1-氨基环丙烷-1-羧酸等药剂应用于苹果疏花疏果方面取得了良好的成果^[2-5]。国内苹果化学疏花疏果在化学药剂种类、机理、应用及疏花疏果效果等方面取得一些成绩^[6-9],如“王林”、“嘎啦”、“红富士”等^[10-12]品种疏花疏果研究。但相比苹果育种、病虫害防治、栽培等^[13-15]方面研究,不同苹果品种的化学疏花疏果方面的研究还较少。为了在不同苹果品种生产中更好的推广应用化学疏花疏果技术,本研究采用不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果品种进行疏花试验,为苹果化学疏花疏果技术提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试果树为 5 a 生“美八”“粉红女士”。树势健壮,长势均匀,果园采用行间生草,果树水肥条件良好。株行距 2.0 m×4.0 m。供试试剂为有机钙制剂、苯噻草酮。

1.2 试验方法

表 1 “美八”“粉红女士”苹果化学疏花试验设计

品种	处理	浓度
“美八”	有机钙制剂	150 倍
		250 倍
		350 倍
	苯噻草酮	0.5 g/L
		1.0 g/L
		1.5 g/L
CK(对照)	清水	
“粉红女士”	有机钙制剂	150 倍
		250 倍
		350 倍
	苯噻草酮	0.5 g/L
		1.0 g/L
		1.5 g/L
CK(对照)	清水	

试验于 2022 年 4 月到 10 月在商丘市农林科学院示范基地进行,共设 2 个处理。处理 I:有机钙制剂,浓度设为 150 倍、250 倍、350 倍;处理 II:苯噻草酮,浓度设为 0.5 g/L、1.0 g/L、1.5 g/L;CK(对照)为喷清水(见表 1)。喷施时间:在初盛花期(中心花开 30%)、盛花期(中心花开 75%)时,各喷 1 次。单株小区,重复 3 次,区组排列。

采用小型电动背负式喷雾器在晴朗的上午 10:00~11:00 时或下午 16:00~18:00 时之间对全

树进行喷施,每次喷施连续 2 次。喷施顺序:先树冠上部,后树冠下部;先树冠内膛,后树冠外围。喷花朵中心,且药雾均匀、无液珠。

1.3 指标测定及方法

1.3.1 疏花指标 喷后每处理选代表性主枝调查花序数和花朵数,生理落果后调查花序、单果、双果及多果坐果数,以统计花序坐果率、花朵坐果率、单果坐果率、双果坐果率、多果坐果率。

1.3.2 果实品质指标 果实成熟后每处理选 30 个有代表性果实,测量果实单果质量、纵横径、可溶性固形物含量、果实硬度、可溶性糖含量、着色指数。采用精度为 0.1 g 的天平测量单果质量;采用数字显示游标卡尺测量果实纵横径,并计算果形指数;采用 TD-45 型数字折光仪测定可溶性固形物含量;采用 GY-1 型果实硬度计测定果实硬度;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量;着色指数分级标准为 0 级:无着色,1 级:1%~25%果面着色,2 级:26%~50%果面着色,3 级:51%~75%果面着色,4 级:76%~100%果面着色,着色指数(%) = $\sum(\text{每级果数} \times \text{代表级值}) / (\text{总果数} \times \text{最高级值}) \times 100$ 。

1.4 数据分析

利用 EXCEL 2007、DPS 软件 9.01 版本对试验数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果疏除效果的影响

不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果疏除效果影响显著(表 2)。喷施不同浓度有机钙制剂均能够降低两品种苹果树花朵坐果率、花序坐果率,提高单果率。有机钙制剂 150 倍、有机钙制剂 250 倍、有机钙制剂 350 倍与 CK(对照)处理间各指标的差异均达到显著水平(个别浓度除外)。两品种苹果树的有机钙制剂 150 倍处理花朵坐果率最低,花序坐果率低于 CK 高于有机钙制剂 250 倍、有机钙制剂 350 倍,其单果率均表现为最高。与 CK 处理相比,“美八”和“粉红女士”处理的有机钙制剂 150 倍花朵坐果率和花序坐果率分别显著降低 17.46%、27.20%和 6.29%、10.88%;其单果率分别显著提高 19.59%和 19.06%。

喷施不同浓度苯噻草酮能有效降低两品种苹果树的花朵坐果率和花序坐果率,提高单果率。除个别指标外,苯噻草酮 0.5 g/L、苯噻草酮 1.0 g/L、苯噻草酮 1.5 g/L 与 CK(对照)处理间各指标的差异均达到显著水平。两品种苹果树的苯噻草

酮 0.5 g/L 处理均表现为花朵坐果率最低,花序坐果率、单果率均表现为最高。“美八”和“粉红女士”的苯噻草酮 0.5 g/L 处理花朵坐果率和花序坐果率较 CK 分别显著降低 17.97%、16.77% 和 22.22%、21.61%;其单果率分别较 CK 处理显著提

高 28.83% 和 35.22%。

综上,有机钙制剂与苯噻草酮均对“美八”和“粉红女士”苹果有较好的疏除效果,能够有效降低花朵坐果率和花序坐果率,提高单果率;有机钙制剂 150 倍和苯噻草酮 0.5 g/L 疏除效果较好。

表 2 不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果的疏除效果

处理	浓度	“美八”					“粉红女士”				
		花朵	花序	单果	双果	多果	花朵	花序	单果	双果	多果
有机钙制剂	150 倍	24.67±0.93bc	83.14±1.56b	55.12±1.38b	28.63±1.24ab	16.25±1.12d	22.62±1.10d	80.16±0.92b	53.96±1.40b	26.82±1.16c	19.22±0.94bc
	250 倍	26.98±1.26b	81.65±1.51bc	50.86±2.11cd	26.72±1.28bc	22.42±1.24ab	25.88±0.94bcd	77.35±1.24b	47.98±1.65de	29.65±1.42ab	22.37±1.19a
	350 倍	25.15bc±1.47bc	79.32±1.39c	53.97±1.36bc	27.14±1.37bc	18.89±1.52c	23.47cd±1.44cd	78.52±0.96b	51.63±2.32bc	27.14±1.26c	21.23±1.35a
苯噻草酮	0.5 g/L	24.52±0.60c	69.01d±2.05d	59.38±1.83a	25.13±1.23c	16.49±1.22d	25.86±1.93bcd	70.51±2.61c	61.28±1.64a	26.45±1.32c	13.27±0.75d
	1.0 g/L	25.79±1.69bc	61.75±1.74e	49.11±2.03de	28.11±1.64ab	22.78±1.49ab	26.42±1.53bc	62.84±1.30d	48.79±2.25cd	30.12±1.50c	21.09±1.17ab
	1.5 g/L	26.38±0.68bc	64.16±0.94e	51.53±1.77cd	27.45±1.40abc	21.02±1.60b	28.25±1.30ab	65.93±1.81d	53.84±1.34b	28.11±1.41bc	19.05±1.23c
CK	清水	29.89±1.42a	88.72±1.28a	46.09±1.60e	30.11±1.98a	23.8±1.00a	31.07±0.95a	89.95±2.73a	45.32±2.05e	32.1±1.26a	22.58±0.86a

注:不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平。下同。

2.2 不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果果实品质的影响

不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果果实品质影响显著(表 3)。喷施不同浓度有机钙制剂能够提高“美八”苹果单果重、可溶性固形物、可溶性糖含量,同时对“粉红女士”苹果单果重、果形指数、着色指数、可溶性糖含量具有提升作用。与 CK(对照)相比,两品种苹果树的有机钙制剂 150 倍、有机钙制剂 250 倍、有机钙制剂 350 倍各处理指标差异显著(个别浓度指标除外)。两品种苹果树的有机钙制剂 150 倍处理表现为单果重、果形指数、着色指数、果实硬度、可溶性固形物、可溶性糖最高,两品种苹果树的有机钙制剂 150 倍处理较 CK,单果重分别显著增 4.55%、8.49%,果形指数分别显著提高 4.45%、5.72%;着色指数分别显著提高 10.67%、9.02%,可溶性固形物分别显著增加 5.46%、3.73%,可溶性糖分别显著增加 4.68%、6.14%。

喷施不同浓度的苯噻草酮均能提高“美八”

“粉红女士”苹果单果重,对果形指数、着色指数、果实硬度、可溶性固形物、可溶性糖含量影响无显著差异。两品种苹果树的苯噻草酮 0.5 g/L、苯噻草酮 1.0 g/L、苯噻草酮 1.5 g/L 与 CK(对照)相比,单果重差异显著,苯噻草酮 0.5 g/L 处理表现为最高,“美八”和“粉红女士”单果重分别显著增加 3.73%、6.98%。两品种苹果树的苯噻草酮 0.5 g/L、苯噻草酮 1.0 g/L、苯噻草酮 1.5 g/L 处理与 CK 相比,其果形指数、着色指数、果实硬度、可溶性固形物、可溶性糖含量方面均无显著差异,说明不同浓度的苯噻草酮疏花对两品种的果实品质无不良影响。

综上,不同浓度的有机钙制剂均能够提高“美八”和“粉红女士”苹果果实品质的单果重、可溶性糖含量。不同浓度的苯噻草酮对“美八”和“粉红女士”苹果单果重有提升作用,对果形指数、着色指数、果实硬度、可溶性固形物、可溶性糖含量影响不大。有机钙制剂 150 倍和苯噻草酮 0.5 g/L 对两品种的果实品质提升效果较好。

表 3 不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”果实品质的影响

品种	处理	浓度	单果重/g	果形指数	着色指数 /%	果实硬度 (kg/cm ²)	可溶性固形 物/%	可溶性糖含 量/%
“美八”	有机钙制剂	150 倍	241.04±	0.868±	83.72±	8.97+	14.88+	12.76+
			1.63a	0.01a	0.90a	0.16a	0.12a	0.12a
		250 倍	234.28±	0.843±	80.27±	8.62+	14.56+	12.55+
			1.40d	0.01b	1.17b	0.09b	0.11abc	0.20ab
		350 倍	237.32±	0.852±	82.39±	8.79+	14.73+	12.66+
			0.92bc	0.01ab	1.72ab	0.09ab	0.31ab	0.08a
	0.50 g/L	239.15±	0.842±	77.57±	8.75+	14.42+	12.43+	
		1.58ab	0.02b	1.26c	0.17b	0.27bcd	0.28abc	
	苯噻草酮	1.0 g/L	235.84±	0.835±	75.63±	8.58+	14.26+	12.21+
			1.47cd	0.01b	1.36c	0.11b	0.11cd	0.11bc
		1.5 g/L	237.13±	0.838±	76.41±	8.65+	14.31+	12.31+
			2.12bc	0.01b	0.84c	0.08b	0.18cd	0.19bc
CK		清水	230.54±	0.831±	75.65±	8.63+	14.11+	12.19+
			1.06e	0.01b	1.03c	0.09b	0.14d	0.20c
“粉红女士”	有机钙制剂	150 倍	239.00±	0.942±	84.15±	9.51+	17.26+	15.04+
			2.16a	0.01a	0.26a	0.11a	0.07a	0.19a
		250 倍	231.30±	0.925±	81.78±	9.27+	16.88+	14.56+
			2.03cd	0.01ab	0.27ab	0.10abc	0.10b	0.14b
		350 倍	234.18±	0.932±	83.27±	9.38+	17.13+	14.88+
			1.55b	0.01ab	0.76a	0.15ab	0.12a	0.13a
	0.5 g/L	235.67±	0.910±	79.51±	9.02+	16.83+	14.47+	
		1.72b	0.02bc	0.88bc	0.15cd	0.19b	0.16bc	
	苯噻草酮	1.0 g/L	228.84±	0.903±	77.43±	8.9+	16.68+	14.22+
			1.49d	0.02bc	1.24c	0.29d	0.14b	0.18c
		1.5 g/L	230.82±	0.895±	78.08±	8.85+	16.72+	14.33+
			1.96d	0.02c	1.10c	0.17d	0.19b	0.19bc
CK		清水	220.29±	0.891±	77.19±	9.16+	16.64+	14.17+
			1.61e	0.02c	1.95c	0.12bcd	0.11b	0.15c

3 讨论

3.1 不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果疏除效果的影响

化学疏花剂种类不同,其作用机理也不同。有机钙制剂是钙化合物的一种,是一种无公害疏花剂。其作为疏花剂作用机理是通过破坏柱头和落在柱头上的花粉管,阻止授粉受精的进行,只影响尚未受精和正在开放的花朵^[16]。苯噻草酮是一种光合系统 II (PS II) 抑制剂,主要用作除草剂。是一种新型低毒安全的疏花疏果剂,作用机理是通过降低光合作用,在原理上它的作用类似于遮阴,通过嫩叶和幼果之间争夺养分,造成幼果饥饿脱落^[17]。

本试验中有机钙 150 倍与苯噻草酮 0.5 g/L 显著降低“美八”“粉红女士”苹果品种花朵坐果率、花序坐果率,提高单果率。这与刘利民等^[18]在“夏红”“华硕”“富士”苹果中喷施有机钙制剂

150~250 倍,对花朵均有疏除作用;聂佩显等^[19]对 5 a 生“威海金”苹果于盛花期喷施 150 倍和 200 倍液“智疏舒优花”疏花制剂,均有良好的疏花作用;任弘毅^[20]在“富士”苹果中喷施 0.5% 苯噻草酮,花朵疏除率达 74.9% 的结果相似。这说明这两种药剂对其他品种也具有相近的疏花效果,品种间可能也会出现微弱的差别。

3.2 不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果果实品质的影响

化学疏花剂对果树花朵疏除效果应具有有一定的稳定性,在降低坐果率的同时,还能保证果实产量和品质^[21]。孟玉平等^[22]选用钙化合物对红富士苹果进行了疏花疏果试验,结果表明钙化合物对果实大小、着色程度、果实品质均无不利影响;薛晓敏等^[23]利用 10 g/L 的有机钙制剂对“红将军”苹果进行疏花疏果试验,结果表明有机钙制剂对“红将军”苹果的果形指数、果面光洁度和可溶性固形物含量较对照有不同程度的提高,而对单果重、果

面色泽和果肉硬度等影响不大;McArtney等^[24]研究表明,在盛花后喷施 300 mg/L 苯噻草酮溶液,单果重可提高 8.5%。本试验中有机钙 150 倍显著提高了“美八”“粉红女士”苹果单果重、可溶性固形物,可溶性糖含量,果实硬度、果形指数和着色指数;苯噻草酮 0.5 g/L 对“美八”和“粉红女士”苹果单果重分别显著增加 3.73%,6.98%。本试验结果与前人研究结果不尽相似,这可能与品种、药剂浓度、喷施时间、气候等因素不同有关。在后续的相关研究中,可以尝试加大化学药剂浓度梯度,同时在气候、喷施时间一致的前提下,对不同苹果品种中进行疏花探讨,寻求每个品种的最佳药剂浓度。目前苯噻草酮在苹果上作为疏果剂研究相对较多,疏花研究较少,有待进一步研究应用,为其作为化学疏花剂在生产中推广应用提供更多理论依据。

4 结论

不同化学疏花剂对“美八”“粉红女士”苹果花朵疏除和果实品质产生了不同程度影响,喷施不同浓度的有机钙制剂和苯噻草酮显著降低“美八”“粉红女士”苹果品种花朵坐果率、花序坐果率,提高单果坐果率。同时,有机钙制剂显著提高“美八”“粉红女士”的单果重、可溶性糖。苯噻草酮提高“美八”“粉红女士”的单果重,对果实品质没有影响。综合比较有机钙制剂 150 倍、苯噻草酮 0.5 g/L 疏花效果较好。

参 考 文 献:

[1] 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.

[2] KI Theron, H Steenkamp, WJ Steyn. Efficacy of ACC (1-aminocyclopropane-1 - Carboxylic acid) as a Chemical Thinner Alone or Combined with Mechanical Thinning for Japanese Plums (Prunus salicina) [J]. HortScience, 2017, 52(1):110-115.

[3] Keserovic, Milic, Kevresan, et al. The effect of naphthenic acids (nas) on the response of ‘golden delicious’ and ‘fuji’ apple trees on chemical thinning with naa[J]. Hortorum Cultus, 2016, 15(3):113-125.

[4] Ockert P. J. Stander J B, Cornelius K. The Potential Use of Metamitron as a Chemical Fruit- thinning Agent in Mandarin s[J]. HortTechnology, 2018, 28(1):28-34.

[5] Gabardo G C, Petri J L, Kretzchma A A, et al. Different sources and concentrations of 6-BA in chemical Thinning of post-flowering in apple trees[J]. Journal of Experimental Agriculture International, 2019, 32(6):1-9.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 魏雅君,徐业勇,冯贝贝,等. 不同化学疏花剂对杏李果实品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2017, 54(1):51-59.

[9] 薛晓敏,韩雪平,王来平,等. 苯噻草酮对苹果坐果和光合生物学特征的影响[J]. 应用生态学报, 2021, 32(2):557-563.

[10] 薛晓敏,王金政,聂佩显,等. ‘王林’苹果化学疏花疏果技术研究[J]. 山东农业科学, 2013, 45(10):72-75.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 陈昊伟,李爽,张洋红,等. 拉枝时期对天红 2 号苹果幼树生长和内源激素含量的影响[J]. 山东农业科学, 2023, 55(3):64-68.

[14] 翟浩,王金政,薛晓敏,等. 苹果不套袋栽培模式下梨小食心虫(鳞翅目:卷蛾科)发生动态及性迷向素的防治效果[J]. 林业科学, 2019, 55(7):111-118.

[15] 曹依静,孙昂,聂琳,等. 黄河故道地区中晚熟苹果品种“秦脆”的引种表现及栽培技术[J]. 中国南方果树, 2024, 53(2):229-233.

[16] Deckers T, Schoofs H, Verjans W. Looking for solutions for chemical fruit thinning on apple. Acta Horticulturae, 2010, 884:237-243.

[17] 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, 22(4):4-7.

[18] 刘利民,聂琳,赵红亮,等. 不同化学药剂对“夏红”“华硕”“富士”苹果品种疏花疏果的影响[J]. 北方园艺, 2022(21):44-49.

[19] 聂佩显,薛晓敏,陈浪波,等. 威海金苹果化学疏花效果试验[J]. 落叶果树, 2019, 51(5):12-13.

[20] 任弘毅. 旱地苹果化学疏花疏果效应及适宜负载量研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2018.

[21] 尚霄丽. 不同化学疏花剂对桃坐果率和果实品质的影响[J]. 经济林研究, 2020, 38(2):222-227.

[22] 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.

[23] 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.

[24] Mcartney S J, Obermiller J D, Arellano C. Comparison of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. HortScience, 2012, 47:509-514.