

文章编号:1673-887X(2026)06-0141-03

5种生长调节剂对苹果生长及果实品质的影响

周开勇

(木里藏族自治县列瓦镇人民政府,四川 木里 615800)

摘要 于2023年—2024年,在木里县设置海藻素+微生物菌剂、复合氨基酸、苄氨·赤霉酸、24-表芸苔素内酯、含氨基酸水溶肥料等5个生长调节剂处理,以喷施清水为对照(CK),开展田间试验,以探究不同植物生长调节剂对红富士苹果生长及果实品质的影响。结果显示,各种调节剂均可显著促进树体生长,其中复合氨基酸处理新梢长度增加32.1%,苄氨·赤霉酸处理叶片干质量提升34.0%;果实品质方面,苄氨·赤霉酸处理单果质量提高12.5%,果形指数增加3.5%,可溶性糖含量提升19.7%,果胶含量增加33.3%,含氨基酸水溶肥料处理可溶性固形物增加16.0%,维生素C含量提升15.9%。综合结果表明,苄氨·赤霉酸在提升果实大小、糖分积累及果胶含量方面效果最优,含氨基酸水溶肥料对固形物和维生素C积累作用显著。

关键词 苹果;植物生长调节剂;生长;果实品质;木里县

中图分类号 S792.39

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1673-887X.2026.06.047

The Effects of Five Growth Regulators on the Growth and Fruit Quality of Apple

Zhou Kaiyong

(Liewa People's Government of Muli Zang Autonomous County, Muli 615800, Sichuan, China)

Abstract: From 2023 to 2024, five growth regulators were applied in the field in Muli County for a field experiment to investigate the effects of different plant growth regulators on the growth and fruit quality of Red Fuji apples. The results showed that all the regulators could significantly promote tree growth. The comprehensive results indicated that benazin·glucosinolide had the best effect in increasing fruit size, sugar accumulation, and pectin content, while amino acid water-soluble fertilizer had a significant effect on the accumulation of solids and Vitamin C.

Key words: apple; plant growth regulators; growth; fruit quality; Muli County

苹果是我国重要的经济果树之一^[1-2],红富士苹果以其高糖度、独特香气和优良贮藏性受到市场青睐。植物生长调节剂可通过调节内源激素平衡、提高光合效率、促进养分转运等,影响果实大小、糖酸组成、香气物质合成及抗氧化物质积累^[3-4]。目前,关于生长调节剂在苹果上的应用研究多集中于华中平原地区,针对红富士在高海拔地区的系统研究较少。为此,本研究选取5种常见生长调节剂,在木里县开展田间试验,系统评价其对红富士苹果树体生长及果实品质的影响,以筛选适合当地生态条件的优质调控方案,为高原苹果绿色生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2023年3月—2024年10月在四川省木里县乔瓦镇标准化苹果园进行。该区域位于北纬28°15′、

东经101°15′,平均海拔2 550 m,年均温15.3℃,年降水量786.5 mm,年均日照时数2 814.7 h,无霜期210 d。土壤pH值6.2,土壤含有机质2.1%、全氮0.11%、速效磷18.5 mg/kg、速效钾156 mg/kg。供试品种为6 a生红富士苹果,除生长调节剂有差异外,其余管理均一致。

1.2 试验设计

试验共设6个处理,包括5种生长调节剂及清水对照(CK),每处理3次重复,每重复20株树,随机区组排列,各处理方案见表1。喷施时期分别为花蕾期(4月5日)、幼果期(5月20日)和果实膨大期(7月10日),选择无风晴朗上午,采用电动喷雾器全株均匀喷施,至叶片滴水为度。

1.3 测定项目与方法

果实采收期(10月15日)每株树选取10个1 a生新梢,测量其长度与基部粗度;每处理采集50片成熟叶片,测定鲜质量与干质量(105℃杀青,80℃烘至恒

收稿日期 2026-01-08

作者简介 周开勇(1999-),男,四川木里人,助理工程师,研究方向为林业技术推广。

表 1 生长调节剂处理方案
Tab.1 The treatment plan for growth regulators

处理	调节剂名称	主要成分	稀释倍数	生产厂家
T ₁	优得利	海藻素+木美土里菌剂	1 500	河北木美土里科技
T ₂	瑞思佳	复合氨基酸(19种)	800	意大利普罗密欧
T ₃	苄氨·赤霉酸	3.6% 苄氨·赤霉酸	1 000	深圳诺普信
T ₄	24-表芸苔素内酯	0.01% 芸苔素内酯	3 000	河北禾科生物
T ₅	含氨基酸水溶肥料	鱼蛋白氨基酸	750	青岛强田生物
CK	清水	—	—	—

重);每处理随机取 30 个果实,用电子天平(误差±0.01 g)称单果质量;游标卡尺测纵横径,计算果形指数(纵径/横径);采用色差计(CR-400, Konica Minolta)测定果皮 L*值、a*值、b*值;可溶性固形用于持折光仪测定;可滴定用 NaOH 滴定法;维生素 C 采用 2,6-二氯靛酚滴定法;可溶性糖采用蒽酮比色法;果实硬度用 GY-4 型硬度计(探头直径 8 mm)测定;果胶含量采用咔唑硫酸法;槲皮素与番茄红素用 HPLC 法测定^[5-6]。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2019 整理,SPSS 22.0 进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 对树体生长的影响

不同处理下红富士苹果树体各项生长指标见表 2。

表 2 不同处理下红富士苹果树体各项生长指标表
Tab.2 Various growth indicators of Red Fuji apple trees under different treatments

处理	新梢长度/cm	新梢粗度/mm	叶片鲜质量/[g·(20片) ⁻¹]	叶片干质量/[g·(20片) ⁻¹]
CK	36.5±2.8c	4.35±0.18c	16.42±0.41c	6.05±0.16d
T ₁	40.2±3.0b	4.80±0.22b	16.88±0.39bc	6.64±0.14b
T ₂	48.2±3.1a	5.12±0.21a	18.56±0.47ab	6.82±0.17ab
T ₃	42.5±2.7b	4.65±0.19bc	20.23±0.52a	8.11±0.18a
T ₄	47.8±2.9a	4.92±0.20ab	18.34±0.44b	6.78±0.15ab
T ₅	39.8±2.5b	4.58±0.17bc	18.12±0.43bc	6.51±0.13bc

注:同列不同字母表示处理间差异显著(P<0.05);下表同。

由表 2 可知,不同生长调节剂处理对红富士苹果树生长指标均产生了显著影响(P<0.05)。T₂和 T₄的新梢长度表现最为突出,T₂较 CK 增加了 32.1%,T₄较 CK 增加了 30.9%,说明复合氨基酸与芸苔素内酯均显著加快新梢伸长;T₃较 CK 增加了 16.4%,T₁和 T₅较 CK 分别增加了 10.1% 和 9.0%。T₂新梢粗度较 CK 增加了 17.7%,表现最优;T₄和 T₁分别较 CK 增加了 13.1% 和 10.3%;T₃与 T₅较 CK 分别增加了 6.9% 和 5.3%,说明 T₂在促进枝条纵向与横向生长方面均具有协同优势。叶片鲜质量

结果显示,T₃的提升效果最显著,较 CK 增加了 23.2%,显著高于其他处理(P<0.05);T₂、T₄和 T₅较 CK 依次增加了 13.0%、11.7% 和 10.3%;T₁较 CK 增加了 2.8%。叶片干质量结果与叶片鲜质量趋势一致,其中 T₃较 CK 增加了 34.0%,表现相对最好;T₂、T₄、T₁和 T₅较 CK 分别增加了 12.7%、12.1%、9.8% 和 7.6%,均体现了不同程度的干物质积累促进作用。综合各项指标,T₂新梢长度和粗度促进作用最为显著,T₃对叶片鲜质量与干质量的促进作用最强。

2.2 对果实外观品质的影响

不同处理下红富士苹果果实外观指标见表 3。

表 3 不同处理下红富士苹果果实外观指标表
Tab.3 Appearance indicators of Red Fuji apple fruits under different treatments

处理	单果质量/g	纵径/mm	横径/mm	果形指数	L*	a*	b*
CK	265.4±18.3d	78.2±3.1c	92.1±3.5c	0.85±0.02c	46.3±2.1a	32.5±1.8d	18.6±1.2a
T ₁	270.8±18.6c	79.5±3.3bc	93.8±3.7bc	0.85±0.02bc	45.8±2.0a	33.8±1.9c	17.3±1.2a
T ₂	280.3±19.2b	81.3±3.5b	95.4±3.9b	0.86±0.02b	45.2±2.0ab	35.2±2.0b	16.1±1.1b
T ₃	298.6±20.1a	85.9±3.8a	98.7±4.2a	0.88±0.03a	44.1±1.9b	38.4±2.2a	14.2±1.0d
T ₄	290.3±19.8a	84.1±3.6a	97.2±4.0a	0.87±0.03a	44.5±1.9b	36.9±2.1ab	15.4±1.0c
T ₅	275.6±18.9bc	80.6±3.4b	94.9±3.8b	0.86±0.02b	45.5±2.0ab	34.5±2.0bc	16.8±1.1b

由表 3 可知,不同生长调节剂对红富士苹果果实外观形成产生了显著影响(P<0.05)。各调节剂处理单果质量均较 CK 产生增益,其中 T₃增幅最大,较 CK 提高 12.5%,显著促进果实肥大;其次为 T₄(9.4%)、T₂(5.6%)与 T₅(3.8%),T₁增幅最小,较 CK 仅提高 2.0%。在果实纵径方面,各处理较 CK 的增幅表现为 T₃(9.9%)>T₄(7.5%)>T₂(4.0%)>T₅(3.1%)>T₁(1.7%),说明 T₃与 T₄对果实纵向生长的促进作用更为明显。横径变化趋势与纵径近似,T₃与 T₄同样表现较好,其中 T₃较 CK 提高 7.2%,T₄较 CK 增加 5.5%,T₁与 T₅较 CK 分别增加了 1.8% 和 3.0%,增益相对较小。T₃和 T₄的果形指数分别较 CK 提高 3.5% 与 2.4%,均达到试验的较高水平,T₂与 T₅提升幅度次之,T₁与 CK 基本持平,表明其对果形改良作用相对较小。果皮亮度 L*值的变化趋势表明,T₁略低于 CK,下降 4.8%,其余处理均与 CK 差异相对较小。果皮红度(a*值)的提升较为明显,T₃红度值较 CK 提高 18.2%,为所有处理中提升幅度最大;T₄与 T₂次之,较 CK 分别增加了 13.5% 与 8.3%,说明复合氨基酸和芸苔素内酯均对着色具有促进作用。T₁与 T₅的提升幅度相对较小。b*黄度值方面,各处理普遍呈下降趋势,其中 T₃降幅最大,为 23.7%,T₄、T₂与 T₅次之,降幅分别为

17.2%、13.4%与9.7%, T_1 降幅最小。黄度下降意味着果色由黄绿向红色方向转变,结合 a^* 的提升,说明 T_3 、 T_4 、 T_2 在促进果皮红色显现与减少底色黄绿度方面表现更优。综上,各种生长调节剂在提升红富士苹果外观品

质方面均有积极作用,其中 T_3 在单果质量、果径、果形指数及红度值方面整体表现最优。

2.3 对果实内在品质的影响

不同处理下红富士苹果果实内在指标见表4。

表4 不同处理下红富士苹果果实内在指标表
Tab.4 Intrinsic indicators of Red Fuji apple fruits under different treatments

处 理	w(可溶性 固形物)/%	w(可溶性 糖)/%	w(可滴定 酸)/%	糖酸比	固酸比	w(维生素C)/ (mg·hg ⁻¹)	硬度/ (kg·cm ⁻²)	w(果胶)/(g·hg ⁻¹)
CK	17.5±0.5d	13.2±0.4d	0.25±0.03a	52.8±3.2d	70.0±4.1d	8.2±0.3c	7.8±0.3c	2.1±0.1c
T_1	19.2±0.6b	15.1±0.5b	0.18±0.02c	88.2±4.5a	112.6±5.2a	9.8±0.5a	8.2±0.3b	2.5±0.1b
T_2	18.6±0.5c	14.5±0.4c	0.22±0.02b	65.9±3.8c	84.5±4.6c	9.0±0.4b	8.1±0.3b	2.4±0.1b
T_3	19.8±0.6ab	15.8±0.5a	0.20±0.02bc	79.0±4.2b	99.0±5.0b	9.2±0.4ab	8.5±0.3ab	2.8±0.1a
T_4	18.9±0.5bc	14.8±0.4bc	0.21±0.02b	70.5±3.9c	90.0±4.8bc	8.9±0.4b	8.9±0.3a	2.6±0.1ab
T_5	20.3±0.6a	15.6±0.5a	0.19±0.02c	82.1±4.3ab	106.8±5.1a	9.5±0.5a	9.1±0.3a	2.7±0.1a

由表4可知,各生长调节剂对红富士苹果果实内在品质均产生了显著影响。可溶性固形物方面, T_5 提升效果最佳,较CK增加16.0%; T_3 和 T_1 较CK分别增加了13.1%和9.7%; T_4 增加了8.0%, T_2 增加了6.3%,整体趋势表现为 $T_5>T_3>T_1>T_4>T_2$ 。可溶性糖含量同样全面提升,其中 T_3 和 T_5 分别较CK增加了19.7%和18.2%, T_1 和 T_4 较CK分别增加了14.4%和12.1%, T_2 增加了9.8%,显示 T_3 对糖类合成与转运的促进作用最显著。可滴定酸含量在所有处理组较CK均呈现下降趋势, T_1 下降28.0%, T_5 下降24.0%, T_3 下降20.0%, T_4 下降16.0%, T_2 下降12.0%,说明 T_1 在降低酸度、改善果实风味方面更具优势。糖酸比显著提高, T_1 较CK增长67.1%, T_5 和 T_3 较CK分别增加55.4%和49.6%, T_4 增加了33.5%, T_2 增加了24.8%,整体结果表明 T_1 在甜酸协调度提升方面效果相对最好。固酸比方面,各处理较CK均显著增大, T_1 增加60.9%, T_5 增加52.4%, T_3 增加41.4%, T_4 与 T_2 分别增加28.6%和20.7%,说明调节剂对于干物质积累均具有促进作用,其中 T_1 影响最大。维生素C含量方面, T_1 较CK增加了19.5%, T_5 和 T_3 较CK分别增加了15.9%和12.2%, T_2 与 T_4 分别提高9.8%和8.5%,说明海藻素与氨基酸类制剂在促进抗氧化物质形成方面作用更为明显。硬度提升方面, T_5 表现最强,较CK增加了16.7%; T_4 和 T_3 较CK分别增加了14.1%和9.0%, T_1 和 T_2 较CK增加了5.1%和3.8%,说明 T_5 在果肉细胞壁增强与质构改善方面优势突出。 T_3 果胶含量较CK增加33.3%, T_5 和 T_4 较CK分别增加了28.6%和23.8%, T_1 和 T_2 较CK增加了19.0%和14.3%,表明 T_3 在促进细胞壁结构物质积累方面效果最强。综上, T_5 在固形物、硬度及综合品质提升效果最佳, T_3 在糖分提升与果胶积累方面最具优势, T_1 在降低酸度和提高糖酸比上表现最显著。

3 结语

本研究通过在四川省木里县开展的田间试验,系统评估了5种生长调节剂对红富士苹果生长及果实品质的影响。结果表明,各调节剂均显著促进了树体生长,其中复合氨基酸处理新梢长度增加32.1%,苄氨·赤霉素处理叶片干质量提升34.0%,表现出较强的干物质积累能力。在果实品质方面,苄氨·赤霉素处理效果最为突出,单果质量提高12.5%,果形指数增加3.5%,可溶性糖含量提升19.7%,果胶含量增加33.3%,显著改善了果实外观与内在品质;含氨基酸水溶肥料处理使可溶性固形物增加16.0%,维生素C含量提升15.9%,对营养品质提升作用显著。综合分析可得,苄氨·赤霉素在促进果实膨大、糖分积累及细胞壁物质合成方面效果最优,含氨基酸水溶肥料更有利于固形物和抗氧化物质的积累。本研究为高海拔地区红富士苹果的优质高效生产提供了科学调控方案。

参考文献

[1] 李凤玲,刘新,王明香.不同时期施用微量元素和生长调节剂对苹果产量性状和果实品质的影响[J].莱阳农学院学报,1996(1):34-37.

[2] 周洲.外源洋葱提取物加速安娜苹果花芽萌发、提高酶活性、植物生长调节剂、氨基酸和酚类物质含量并提高果实品质[J].中国果业信息,2014,31(4):60.

[3] 刘美英,田世恩,宋世志,等.“能百旺”对红将军苹果品质和风味物质的影响[J].烟台果树,2016(3):14-15.

[4] 路超,裴佩显,王来平,等.喷施植物生长调节剂对苹果变产树翌年成花坐果及果品产量和品质的影响[J].烟台果树,2018(4):15-16.

[5] 张嘉,蹇天佑,臧娅磊,等.植物生长调节剂对嘎啦苹果果形及品质的影响[J].江苏农业科学,2018,46(23):144-147.

[6] 何三军,郑磊.4种植物生长调节物质在富士苹果树上应用对比试验[J].河北林业科技,2019(2):15-17.