

DOI: 10.13432/j.cnki.jgsau.2022.02.012

不同矮化栽培模式对瑞阳、瑞雪苹果树体生长及果实品质的影响

王翠翠¹, 孙鲁龙¹, 程世玉¹, 李英娟¹, 朱佳顺², 樊良栋², 高华¹

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 庆城县苹果试验示范站, 甘肃 庆城 745100)

摘要:【目的】探究 M₂₆ 作为矮化砧的自根砧、中间砧两种模式对瑞阳、瑞雪苹果树体生长和果实品质的影响, 为瑞阳、瑞雪在甘肃陇东地区的推广提供参考依据。【方法】测定不同矮化栽培模式下瑞阳、瑞雪树体生长势以及果实的单果质量、果形指数、果实色泽、可溶性固形物、可滴定酸、果实硬度和 VC 含量, 并对指标进行综合分析。【结果】瑞阳自根砧和中间砧在树体生长和果实品质上都有差异, 瑞阳自根砧在冠幅上显著降低了 14.74%, 在中枝比例上显著降低了 14.29%, 在单果质量上显著提高了 10.90%, 在果实硬度上显著降低了 4.12%; 瑞雪自根砧和中间砧的差异主要体现在果实品质方面, 瑞雪自根砧在单果质量上显著提高了 5.07%, 在果实硬度上显著降低了 6.88%; 在树体生长上两种栽培模式无显著性差异。【结论】综合树体生长和果实品质, 在甘肃陇东地区, 瑞雪适合 M₂₆ 矮化自根砧栽培模式, 瑞阳更适合矮化中间砧栽培模式。

关键词: 苹果; 矮化砧; 栽培模式; 生长; 果实品质

中图分类号: S661.1

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1003-4315(2022)02-0098-06



Effects of different dwarf cultivation patterns on the growth and fruit quality of Ruiyang and Ruixue apples

WANG Cuicui¹, SUN Lulong¹, CHENG Shiyu¹, LI Yingjuan¹, ZHU Jiashun²,

FAN Liangdong², GAO Hua¹

(1. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling 712100, China; 2. Station of Apple Experiment and Demonstration, Qingcheng 745100, China)

Abstract:【Objective】To explore the different dwarf cultivation patterns of M₂₆ rootstock on the growth and results of Ruiyang and Ruixue apples, and provides a reference basis for the promotion of Ruiyang and Ruixue in Longdong area of Gansu Province. 【Method】The indicators including the tree growth potential, individual fruit weight, fruit shape index, fruit color, soluble solids, titratable acid, fruit hardness and VC contents of the different dwarf cultivation patterns were measured comprehensively analyzed. 【Result】For Ruiyang, dwarfing stock anvil and self-rooted rootstock on apple tree growth and quality of fruits is different. In self-rooted rootstock, the crown size of Ruiyang significant reduced by 14.74%, the mid-length branches in proportion of Ruiyang significant reduced by 14.29%, the individual fruit weight of

第一作者: 王翠翠, 硕士研究生。E-mail: 1125085220@qq.com

通信作者: 高华, 研究员, 硕士生导师, 主要从事苹果育种研究。E-mail: gaohua2378@163.com

基金项目: 陕西省科技重大专项(2020zdzx03-06-02-02); 财政部和农业农村部; “国家现代农业产业技术体系”(CARS-27)。

收稿日期: 2021-05-23; 修回日期: 2021-07-27

Ruiyang significant increased by 10.90%, the fruit hardness of Ruiyang significant reduced by 4.12%. For Ruixue, dwarfing middle stock and self-rooted rootstock on quality of fruits is different. In self-rooted rootstock, the individual fruit weight of Ruixue significant increased by 5.07%, the fruit hardness of Ruixue significant reduced by 6.88%. The different dwarf cultivation patterns of M26 rootstock on apple tree growth had no significant difference. **【Conclusion】** In terms of comprehensive performance on apple tree growth and fruit quality, the dwarf self-rooting rootstock of Ruixue is better, and the dwarf middle stock of Ruiyang is better in Longdong area of Gansu Province.

Key words: apple; dwarfing rootstock; cultivation pattern; growth; fruit quality

苹果(*Malus domestica* Borkh.)是世界上四大主栽水果品种之一,其生态适应性强,营养价值高,可以实现周年供应,受到全世界消费者的喜爱^[1]。甘肃省作为苹果栽植大省,近年来苹果发展呈现快速增长的趋势,在种植规模加速扩张的同时,苹果产区积极引进新的建园模式和经营方法,推广矮化密植栽培模式^[2]。

以矮化密植为特点的现代苹果栽培制度,明显地区别于乔化栽培,是一种新型的集约栽培模式。它可以使树体自然矮小,有效地利用土地,便于机械化管理,减少用工,降低生产成本,提高果园经济效益^[3~4]。苹果矮化密植主要分矮化自根砧和矮化中间砧两种模式^[5]。不同栽培模式不仅影响树体对于矿质元素的吸收、运转和利用,而且对地上部分的树体生长和果实发育也起到调控作用^[6]。袁继存等^[7]研究砧穗组合对富士苹果果实品质的影响,得出自根砧 T337 嫁接富士苹果产量高于中间砧木。权学利等^[8]调查研究发现矮化自根砧果园矮小密植,在生长势、结果等方面明显优于矮化中间砧,且丰产稳产。

瑞阳、瑞雪是由西北农林科技大学选育的两个优质晚熟苹果新品种^[9],近年来在甘肃陇东地区推广面积逐渐加大^[10]。但目前对瑞阳、瑞雪苹果在不同矮化栽培模式上的研究还较少。本试验研究瑞阳、瑞雪苹果在 M₂₆矮化自根砧和中间砧上的栽培表现,探究不同矮化栽培模式对瑞阳、瑞雪苹果生长结果的影响,测定分析树体生长势,果实的内外在品质,筛选甘肃庆阳地区发展瑞阳、瑞雪最佳矮化栽培模式,希望能对瑞阳、瑞雪苹果在甘肃陇东地区进一步推广提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于2020年在甘肃省庆阳市庆城苹果试验站瑞阳、瑞雪砧穗组合试验区(N 35° 42' 29", E 107° 16' 32")进行,海拔1 285 m,年降水量550 mm,平均温度9.4℃,极端最低气温-14℃。园区土壤为黄绵土,土壤pH为7.4~8.4,园区采用水肥一体化设施。

试验园采用密植栽培模式,株行距1.2 m×4.0 m,树形为自由纺锤形,南北成行,立栽培。试验地行内用黑色地膜覆盖,行间种植三叶草。树体生长健壮,施肥、病虫害防治等果园管理水平较高。

1.2 供试材料

试验材料为树龄4 a的新品种瑞阳、瑞雪苹果。瑞阳是一种红色晚熟品种,具香气、品质优、肉质细脆、耐储藏等优点^[9]。瑞雪作为黄色晚熟品种,具有风味独特、品质优、丰产稳产、易管理、具短枝、抗病性强等优良特性^[12-13]。

1.3 试验设计

试验共设计4个处理,矮化自根砧:瑞阳/M₂₆、瑞雪/M₂₆;矮化中间砧:瑞阳/M₂₆/新疆野苹果、瑞雪/M₂₆/新疆野苹果。每个处理选择树势发育一致的样树5株,共20株。

1.4 取样时间和方法

树体生长以及各类枝条指标调查:2020年11月落叶后调查株高、干径、冠幅、枝类组成。

于果实成熟期在每棵树的不同部位采摘大小均匀、发育良好的5个果实,每个组合共采摘25个果实,并将果实带回实验室进行果实内外在品质相关指标的测定。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 树木生长情况调查 用卷尺测定树高、冠幅,用游标卡尺测定干径,调查树冠内长枝(>15 cm)、中枝(5~15 cm)、短枝数量(<15 cm)及比例。

1.5.2 果实基本指标 单果质量^[14]:用精确度为0.01的天平测定;纵横径、果形指数^[15]:用游标卡尺测量纵横径,并求其比值;果实色泽^[15]:用 Minolta CR-400 型色差仪测定果面 L^* 、 a^* 、 b^* , L 代表果皮亮度, a 表示果皮红绿色度, b 表示果皮黄蓝色度值;可溶性固形物^[16]:用手持日产 ATAGO 数显糖度仪测定;可滴定酸^[16]:采用 GMK-835F 型酸度计测定;固酸比:用可溶性固形物和可滴定酸比值求出每个苹果的固酸比,求取平均值;果实硬度^[16]:用 GS-15 型水果质地分析仪测定;VC 含量^[17]:通过钼蓝比色法,利用紫外分光光度计测定在 760 nm 下的吸光度值,代入公式计算 VC 含量。

1.6 数据处理

采用 Excel2016 进行数据处理, Duncan's 计算

各处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同矮化栽培模式对树木生长的影响

由表 1 可知,对于瑞阳, M_{26} 自根砧冠幅为 1.62 m, M_{26} 中间砧冠幅为 1.90 m, 自根砧较中间砧在冠幅上降低了 14.74%, 差异显著;在枝类组成上, M_{26} 自根砧中枝比例为 16.92%, M_{26} 中间砧中枝比例为 19.74%, 自根砧较中间砧在中枝比例上降低了 14.29%, 差异显著, 短枝比例增加, 但差异不显著。对于瑞雪, 自根砧较中间砧在冠幅上略缩小, 在短枝比例上有小幅增加, 但差异均不显著。

因此, 瑞阳自根砧能够降低树木冠幅, 在枝类组成上增加短枝数量, 减少中长枝的数量, 有效地控制树木生长势。瑞雪两种栽培模式在树木生长势上无显著差异。

表 1 矮化中间砧与自根砧对苹果树木生长的影响

Table 1 Effects of dwarfing middle anvil and self-rooted rootstock on apple tree growth

处理 Treatments	树高/m Height	冠幅/m Crown size	干径/mm Trunk diameter	枝类组成/% Clade composition		
				短枝 Short branch (<5 cm)	中枝 Medium branch (5~15 cm)	长枝 Long branch (>15 cm)
瑞阳/ M_{26} Ruiyang/ M_{26}	3.55±0.02 a	1.62±0.01 b	51.30±0.52 a	56.77±0.88 a	16.92±0.42 b	26.31±1.50 a
瑞阳/ M_{26} /新疆野苹果 Ruiyang/ M_{26} /Xinjiang wild apple	3.58±0.03 a	1.90±0.02 a	51.85±1.46 a	51.03±1.50 a	19.74±0.16 a	29.23±1.22 a
瑞雪/ M_{26} Ruixue/ M_{26}	3.53±0.07 a	1.67±0.02 a	51.31±0.02 a	62.92±0.99 a	15.16±0.27 a	21.92±0.42 a
瑞雪/ M_{26} /新疆野苹果 Ruixue/ M_{26} /Xinjiang wild apple	3.61±0.09 a	1.81±0.03 a	52.67±0.41 a	60.83±1.77 a	16.44±0.94 a	22.73±1.10 a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

Different lowercase letters in same column indicate the significant difference among treatments($P<0.05$).

2.2 不同矮化栽培模式对果实品质的影响

2.2.1 不同矮化栽培模式对果实外在品质的影响

如表 2 所示,对于瑞阳, M_{26} 自根砧平均单果质量为 439.33 g, M_{26} 中间砧平均单果质量为 396.15 g, 自根砧较中间砧在单果质量上提高了 10.90%, 差异显著;在横径上提高了 3.57%, 差异显著, 其他指标无显著差异。对于瑞雪, M_{26} 自根

砧平均单果质量为 280.79 g, M_{26} 中间砧平均单果质量为 267.24 g, 自根砧较中间砧在单果质量上提高了 5.07%, 差异显著;在果形指数上降低了 3.23%, 差异显著。

因此, 瑞阳、瑞雪自根砧较中间砧可以显著提高单果质量, 增加果实产量, 提高经济效益。在果型指数上存在品种差异。

表 2 矮化中间砧与自根砧对苹果果实外在品质的影响

Table 2 Effects of dwarfing middle stock and self-rooted rootstock on the external quality of fruits

处理 Treatments	单果质量/g Weight	纵径/mm Longitudinal diameter	横径/mm Lateral diameter	果形指数 Fruit shape index
瑞阳/M26 Ruiyang/M26	439.33±2.12 a	89.32±0.33 a	102.18±0.30 a	0.87±0.03 a
瑞阳/M26/新疆野苹果 Ruiyang/M26/Xinjiang wild apple	396.15±2.52 b	84.82±0.25 a	98.66±0.40 b	0.86±0.02 a
瑞雪/M26 Ruixue/M26	280.79±1.35a	76.36±0.38 a	84.78±0.23 a	0.90±0.03 b
瑞雪/M26/新疆野苹果 Ruixue/M26/Xinjiang wild apple	267.24±1.57 b	77.76±0.26 a	83.73±0.27 a	0.93±0.01 a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

Different lowercase letters in same column indicate the significant difference among treatments($P<0.05$).

2.2.2 不同矮化栽培模式对果实色泽的影响 L^* 表示明亮指数, L^* 值越大, 亮度越高。 a^* 表示红色程度, a^* 值越大, 红色越深。 b^* 的正值表示黄色程度, 负值表示蓝色程度。对于瑞阳, 自根砧较中间砧亮度提高了 8.06%, 差异显著, b^* 值显著提高了 8.10%, a^* 值差异不显著; 对于瑞雪, 两种栽培模式在 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值上差异均不显著。

表明以 M_{26} 作为矮化砧木的不同矮化栽培模式对果实色泽的影响存在品种差异, M_{26} 自根砧较中间砧能够提高瑞阳果实的 L^* 、 b^* 值, 提高果实色泽, 增加商品价值。

2.2.3 不同矮化栽培模式对果实内在品质的影响

如表 4 所示, 不同矮化栽培模式对果实内在品质的影响主要体现在果实硬度方面。对于瑞阳, M_{26}

表 3 矮化中间砧与自根砧对苹果果实色泽的影响

Table 3 Effects of dwarfing middle stock and self-rooted rootstock on the color of fruit

处理 Treatments	L^*	a^*	b^*
瑞阳/M26 Ruiyang/M26	32.58±0.23 a	66.85±0.64 a	22.02±0.16 a
瑞阳/M26/新疆野苹果 Ruiyang/M26/Xinjiang wild apple	30.15±0.24 b	71.10±0.34 a	20.37±0.17 b
瑞雪/M26Ruixue/M26	84.37±0.78 a	-6.77±0.17 a	53.54±0.47 a
瑞雪/M26/新疆野苹果 Ruixue/M26/Xinjiang wild apple	79.09±0.88 a	-8.20±0.09 a	50.85±0.53 a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

Different lowercase letters in same column indicate the significant difference among treatments($P<0.05$).

表 4 矮化中间砧与自根砧对苹果果实品质的影响

Table 4 Effects of dwarfing inter-stock and self-rooted stock on quality of fruits

处理 Treatments	可溶性固形物/% Soluble sugar	可滴定酸/% Titratable acid	固酸比 Sugar-acidratio	硬度/($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$) Firmness	VC
瑞阳/M26 Ruiyang/M26	14.32±0.09 a	0.29±0.01 a	49.07±0.56 a	6.28±0.02 b	8.33±0.26 a
瑞阳/M26/新疆野苹果 Ruiyang/M26/Xinjiang wild apple	13.93±0.05 a	0.28±0.01 a	49.68±0.37 a	6.55±0.03 a	7.19±0.13 a
瑞雪/M26Ruixue/M26	15.22±0.09 a	0.34±0.01 a	44.57±0.30 a	7.31±0.04 b	8.24±0.30 a
瑞雪/M26/新疆野苹果 Ruixue/M26/Xinjiang wild apple	15.75±0.07 a	0.34±0.01 a	48.32±1.06 a	7.85±0.05 a	7.71±0.14 a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

Different lowercase letters in same column indicate the significant difference among treatments($P<0.05$).

自根砧果实硬度为 6.28 kg/cm^2 , M_{26} 中间砧果实硬度为 6.55 kg/cm^2 , 自根砧较中间砧在硬度上降低了 4.12% , 差异显著。对于瑞雪, M_{26} 自根砧果实硬度为 7.31 kg/cm^2 , M_{26} 中间砧果实硬度为 7.85 kg/cm^2 , 自根砧较中间砧在硬度上降低了 6.88% , 差异显著。

由此可见, 瑞阳、瑞雪 M_{26} 中间砧较自根砧能够显著提高果实硬度, 增加贮藏价值。

3 讨论

砧穗组合是实现果树优质高产的基础, 但由于砧木与接穗之间相互作用, 使砧木和接穗表现出不同的性状, 有些性状的改变会影响到果树的生长、结果、产量、品质以及生理生化特性等各个方面, 进而影响经济效益^[18]。砧穗间的相互作用对苹果树体最明显的影响表现在树冠形态、枝类组成、生物量及树体开花结果习性的改变。树体高度、横截面积、枝量等均可用来评价砧木对接穗的影响^[19]。前人对 M_{26} 中间砧的果实品质和树体生长研究较多, 但对于瑞阳、瑞雪在甘肃陇东地区的不同栽培模式表现还未进行试验。

本研究中, 不同的矮化栽培模式对瑞阳、瑞雪两个品种的影响存在差异, 对瑞阳的影响体现在树体生长和果实品质两方面, 对瑞雪的影响只体现在果实品质方面。

瑞阳自根砧能够缩小树体冠幅, 增加短枝数量, 控制树体长势。这与赵同生等^[20] 研究结果一致。其原因可能是与激素的合成、运输、代谢与分布有关^[21]。瑞阳生长势中庸, 树姿较开张, 萌芽率高, 成枝力强^[22]。瑞雪生长势中庸偏旺, 树姿直立, 成枝力中等, 具有短枝性状^[23-24]。自根砧可有效地缩小瑞阳树体冠幅, 降低中枝比例, 控制树体生长势, 便于机械化操作, 减少用工, 降低生产成本。瑞雪在树体生长势上差异不显著, 因此两种模式都可以选择。

本研究中, 瑞阳、瑞雪自根砧较中间砧能够显著的提高果实单果质量。这与李永焘等^[25] 研究结果一致。自根砧树体矮化程度越好, 短枝率高, 有利于树体通风透光, 提高光能利用率, 增加营养物质的积累, 进一步提高花芽的质量和数量, 实现早期丰产稳

产。瑞阳果实为大型果, 果子大容易发生苦痘病、痘斑病等缺钙生理性病害^[26], 采用自根砧模式使瑞阳果个更大, 并不是很好的选择。瑞雪在干旱条件下采用自根砧可维持较大的果型, 增加产量, 提高经济效益。

本研究发现, 自根砧较中间砧有降低硬度的特点。因为瑞阳本身不耐储藏, 降低硬度更不利于贮藏, 所以瑞阳采用中间砧还是自根砧还需结合当地生产条件、市场需求、贮藏条件等综合考虑进行选择。瑞雪苹果在冷库条件下可贮藏 8 个月, 因此降低硬度对瑞雪的品质影响不大。自根砧较中间砧能够小幅度提高果实 VC 含量, 提升果实品质。有研究指出矮化砧是通过增加短枝比例, 促进光合作用产物更好的运往果实来提高果实品质的^[27]。

4 结论

自根砧瑞雪可提高单果质量和降低硬度, 实现丰产增收, 提高经济效益。自根砧瑞阳虽然可以控制树体生长势, 但提高单果质量和降低硬度的特点不利于果实的贮藏和商品率。综合树体生长和果实品质指标, 在甘肃陇东地区, 瑞雪更适合 M_{26} 矮化自根砧栽培模式, 瑞阳更适合 M_{26} 矮化中间砧模式。

参考文献

- [1] 党美乐, 张旭, 朱珍珍, 等. ‘瑞阳’和‘瑞雪’苹果及其亲本果实中主要营养成分的比较分析[J]. 果树学报, 2020, 37(1): 50-58.
- [2] 陈鹏, 靳托托. 甘肃苹果矮化密植栽培调查及思考[J]. 果树资源学报, 2020, 1(4): 23-25.
- [3] 孟红志, 姜璇, 陈修德, 等. SH40 中间砧和自根砧对苹果根系生长和内源激素含量的影响[J]. 园艺学报, 2018, 45(6): 1193-1203.
- [4] 张宝娟, 马娟娟, 张东, 等. 渭北地区不同砧穗组合富士苹果幼树树体易成形性及早花早果性研究[J]. 西北农业学报, 2017, 26(3): 405-411.
- [5] 陈汝, 刘全全, 徐丽, 等. 矮化自根砧和中间砧苹果在滨海盐碱地的栽培特性[J]. 河北农业科学, 2020, 24(3): 55-58.
- [6] 袁仲玉, 赵菊莲, 朱佳顺, 等. 不同砧穗组合对瑞阳苹果树体生长、产量品质影响[J]. 西北园艺(果树), 2020(6): 46-49.
- [7] 袁继存, 赵德英, 徐镨, 等. 不同砧穗组合对长富 2 号苹

- 果果实品质的影响初报[J]. 中国南方果树, 2018, 47(6):107-109+114.
- [8] 权学利,李媛,赵仕国. 苹果矮化自根砧优质高效栽培技术[J]. 中国园艺文摘, 2016, 32(10):190-191.
- [9] 赵政阳,高华,王雷存. 晚熟苹果新品种:瑞阳、瑞雪[J]. 科学种养, 2018(3):56-57.
- [10] 邓瑞,袁仲玉,夏雪,等. 瑞阳苹果套袋与不套袋果实品质的比较分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2019, 54(1):74-79+88.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 樊森森,陶茹,张天皓,等. 不同果袋对‘瑞雪’苹果果实品质的影响[J]. 果树学报, 2020, 37(9):1326-1335.
- [14] 陶茹,张天皓,吴丹,等. 不同矮化中间砧对嘎啦苹果果实品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2021, 56(1):72-84.
- [15] 努尔妮萨·托合体如则,李建贵,陈辉煌,等. 3种补光措施对阿克苏红富士苹果色泽及品质的影响[J]. 经济林研究, 2013, 31(3):126-129.
- [16] 郭梦月,范献光,蒋小兵,等. 苹果新品种‘瑞雪’果实主要特性研究[J]. 西北农业学报, 2018, 27(1):84-90.
- [17] 李玉红. 钼蓝比色法测定水果中还原型维生素C[J]. 天津化工, 2002(1):31-32.
- [18] 薛晓敏,路超,王金政,等. 山东省不同地区 M26 矮化中间砧对苹果树生长发育、果实产量与品质的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(6):53-57.
- [19] Alla N, Seleznyova D, Stuart Tustin T, et al. Apple dwarfing rootstocks and interstocks affect the type of growth units produced during the annual growth cycle; precocious transition to flowering affects the composition and vigour of annual shoots[J]. Annals of Botany, 2008, 101(5):679-687.
- [20] 赵同生,赵国栋,张朝红,等. 不同矮化中间砧对‘宫崎短枝富士’树体生长、产量和品质的影响[J]. 果树学报, 2016, 33(11):1379-1387.
- [21] 孟红志,姜璇,陈修德,等. SH40 中间砧和自根砧对苹果根系生长和内源激素含量的影响[J]. 园艺学报, 2018, 45(6):1193-1203.
- [22] 王雷存,赵政阳,高华,等. 苹果新品种瑞阳主要性状与栽培要点[J]. 西北园艺(果树), 2016(4):31-32.
- [23] 王雷存,赵政阳,高华,等. 黄色苹果新品种瑞雪主要性状与栽培要点[J]. 西北园艺(果树), 2016(5):37-38.
- [24] 赵政阳,高华,王雷存. 晚熟苹果新品种:瑞阳、瑞雪[J]. 科学种养, 2018(3):56-57.
- [25] 李永焘,张水绒,李晓斌,等. 矮化自根砧苹果树的主要优缺点[J]. 果农之友, 2016(4):37-38.
- [26] 秦永凤,梁俊,韩明明,等. ‘瑞阳’苹果苦痘病的发生与主要营养元素含量的关系[J]. 果树学报, 2020, 37(12):1907-1913.
- [27] 徐月华,黄永业,李强,等. 苹果优系‘烟富7’不同砧穗组合的生长结果习性[J]. 果树学报, 2016, 33(8):943-949.

(责任编辑 胡文忠)