

不同砧木对‘长富2号’幼树生长及果实品质的影响

王 骞,杨廷桢,高敬东,蔡华成,李春燕,杜学梅,王淑婷,弓桂花

(山西省农业科学院果树研究所,山西太谷 030815)

摘要:为明确不同基础、中间砧对‘长富2号’幼树生长、结果习性的影响,确定晋中地区适宜的砧穗组合,对Y系、SH系、‘M26’矮化中间砧幼树进行连续观察。结果表明,不同基础对树体生长量、早花习性的影响较小,矮化中间砧对‘长富2号’矮化、早果、提高果实品质的效果明显,不同矮化中间砧致矮、早花效果依次为‘Y-2’>‘Y-1’>‘SH1’>‘M26’>‘Y-3’,其中,‘Y-1’、‘Y-2’矮化中间砧早果性状明显,且能够有效解决‘长富2号’的大小年现象,‘M26’在晋中地区春季易发生抽条现象,建议在晋中地区栽植‘长富2号’时以‘Y-1’、‘Y-2’和‘SH1’中间砧苗木为主。此外,生产中‘Y-2’、‘Y-1’中间砧苗木可采用高密度[株行距(1~1.5) m×(3.5~4) m]栽植,‘SH1’、‘M26’可适当增大株距,采用(1.5~2) m×(3.5~4) m株行距栽植。

关键词:苹果;矮化砧木;‘长富2号’;生长;果实品质

中图分类号:S661.1

文献标志码:A

论文编号:casb16120134

Effects of Different Rootstocks on Tree Growth and Fruit Quality of *Malus pumila* ‘Nagafu No.2’

Wang Qian, Yang Tingzhen, Gao Jingdong, Cai Huacheng, Li Chunyan,

Du Xuemei, Wang Shuting, Gong Guihua

(Pomology Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taigu Shanxi 030815)

Abstract: The young apple trees grafted on Y series, SH series and ‘M26’ dwarfing interstocks were continuously observed in the experiment, in order to clarify the influence of different rootstocks and interstocks on the growth and fruiting habit of *Malus pumila* ‘Nagafu No.2’, and determine the appropriate combination of scion-rootstock in Jinzhong. The results showed that different rootstocks had less influence on tree growth and early flowering habit, but different dwarfing interstocks obviously affected tree growth potential, early bearing, and improved fruit quality of *M. pumila* ‘Nagafu No.2’, the dwarfing and early flowering abilities were as follows, ‘Y-2’, ‘Y-1’, ‘SH1’, ‘M26’, ‘Y-3’. Among these interstocks, ‘Y-1’ and ‘Y-2’ had excellent traits like dwarfing and early flowering, also did not have alternate bearing, but apple trees grafted on ‘M26’ were tend to sprout in spring at Jinzhong, so ‘Y-1’, ‘Y-2’ and ‘SH1’ should be planted as interstocks in Jinzhong. In addition, ‘Y-1’ and ‘Y-2’ could use high density planting system with spacing between (1-1.5) m×(3.5-4) m, while ‘SH1’ and ‘M26’ should have properly larger planting density with spacing between (1.5-2) m×(3.5-4) m.

Key words: *Malus pumila*; dwarfing rootstock; *Malus pumila* ‘Nagafu No.2’; growth; fruit quality

基金项目:现代苹果产业技术体系晋中综合试验站(CARS-28);“十二五”农村领域国家科技计划“早中熟优质多抗苹果、梨新品种、砧木选育研究”(2013BAD02B01-2);公益性行业(农业)科研专项“苹果矮化砧木收集、评价、筛选与示范”(201203075-02);山西省农科院育种工程“苹果砧木种质资源创新与新品种选育”(16yzgc070)。

第一作者简介:王骞,男,1979年出生,山西汾西人,助理研究员,主要从事苹果砧木资源收集、评价与筛选工作。通信地址:030815 山西省太谷县山西省农业科学院果树研究所, Tel:0354-6215118, E-mail:qw5185918@163.com。

通讯作者:杨廷桢,男,1965年出生,山西沁源人,副研究员,本科,主要从事果树育种研究工作。通信地址:030815 山西省太谷县山西省农业科学院果树研究所, Tel:0354-6215118, E-mail:ytzabc@126.com。

收稿日期:2016-12-28, **修回日期:**2017-04-28。

0 引言

苹果矮砧密植集约化栽培是世界苹果生产的发展趋势,也是国内苹果产业调整发展的方向,而利用矮化砧木是实现矮化集约栽培的主要途径^[1-2]。目前国内生产上矮化砧多以中间砧的方式利用,作为嫁接果树的重要组成部分,中间砧木对基础根系生长^[3-5]、接穗(品种)的生长量^[6-10]、叶片光合作用^[11-12]、果实品质及产量^[6-10,13-17]、矿质元素的吸收和运转^[18]等均有影响。大量研究表明,砧木对品种生长的影响与品种特性、生长环境、管理条件等因素有关,不同砧穗组合间存在明显差异^[5-20]。Y系苹果矮化砧木是山西省农科院果树研究所利用晋西北野生山丁子实生选育的砧木新品种,具有抗寒、抗旱、早花、矮化等特点,‘长富2号’是国内生产中应用较多的品种,其果实品质在现有富士系中最优,因其较难成花,管理技术要求高,生产中有大小年现象,近年来栽培面积逐年减少。笔者通过对不同基础(山丁子、八棱海棠)、不同中间砧(‘Y-1’、‘Y-2’、‘Y-3’、‘SH1’、‘M26’)与‘长富2号’砧穗组合生长量、果实品质的调查研究,分析比较不同砧木对‘长富2号’幼树果实品质的影响,旨在为今后的Y系砧木优质生产技术提供基本资料和参考,同时对比选择合适的砧穗组合,使‘长富2号’这一优良品种得到更好的发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2013—2016年在山西省农科院果树所中间砧比较园进行,试验地海拔820 m,土壤pH 7.8,年平均温度10.6℃,历年最低气温-23℃,最高气温38.5℃,年降雨量400~600 mm,年日照时数2300 h,无霜期165~180天,土壤为石灰性粉砂壤土,水肥条件较好。

1.2 试验设计

2011年在山丁子、八棱海棠实生苗上分别嫁接中间砧‘Y-1’、‘Y-2’、‘Y-3’、‘SH1’和‘M26’,2012年中间砧嫁接‘长富2号’,同时在两年生山丁子、八棱海棠上嫁接‘长富2号’作对照,2013年春季以株行距2 m×4 m定植于中间砧比较园,当年6月配套钢管立柱、铁丝支架,并架设竹竿扶头,果园统一按照改良纺锤形进行管理。2014—2016年开始记录植株生长量、开花结果数据,并对不同砧穗组合效果进行分析评价。

1.3 指标测量

1.3.1 树体生长量 2016年10月,每个砧穗组合选择5株,分别测量统计树高、冠径、新梢生长量、枝类组成^[21]、中间砧木和品种干径。树高以树体最高处到地面距离计算,枝条比例(长枝≥15 cm、中枝5~15 cm、

短枝≤5 cm),中间砧木和品种干径以嫁接口上下10 cm处测量,冠径以东西、南北最大冠径计算平均值。

1.3.2 早花性和产量 2014年春季统计各组合花量,秋季果实成熟期对每个组合及对照随机选取5株进行单株产量统计,连续统计3年。

1.3.3 果实品质 每个砧穗组合随机选择5个果实,测量果实纵径、横径、硬度和单果质量、可溶性固形物、可滴定酸,计算果形指数。

1.4 数据分析

数据采用Excel 2007、SPSS 7.05软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同砧穗组合对‘长富2号’幼树开花结果习性的影响

生产中‘长富2号’幼树生长旺盛,枝条不易形成花芽^[22-23],矮砧栽培可以提早开花结果,降低果园前期成本。对不同基础中间砧组合嫁接‘长富2号’幼树的调查(表1)表明,‘Y-1’、‘Y-2’、‘M26’、‘SH1’中间砧组合第2年均可开花,‘Y-3’组合第3年开始开花,各组合对‘长富2号’开花性状的影响差异明显,均显著优于乔砧对照。其中‘Y-1’/山丁子、‘Y-1’/八棱海棠、‘Y-2’/山丁子、‘Y-2’/八棱海棠组合早花性状最佳,第2年开花株率达到65%、60%、66.67%、70%,组合间开花比例、逐年产量无显著差异,其次是‘M26’/山丁子、‘M26’/八棱海棠、‘SH1’/山丁子、‘SH1’/八棱海棠,开花株率分别为3.33%、5%、10%、10%,早花性状、逐年产量与‘Y-1’、‘Y-2’相比达到显著水平,‘Y-3’早花性状相对较弱,但优于乔砧。生产中‘长富2号’易出现大小年现象,对不同矮化中间砧‘长富2号’树体产量连续调查表明,与‘M26’相比,‘Y-1’、‘Y-2’连续开花结果能力较强,嫁接‘长富2号’无明显的大小年现象(表2)。

2.2 不同砧木组合对‘长富2号’幼树生长量及枝类组成的影响

如表3所示,不同砧穗组合对‘长富2号’幼树的树高影响较大,中间砧组合间致矮效果差异显著,其中,‘Y-3’中间砧幼树生长势强,‘Y-3’/山丁子、‘Y-3’/八棱海棠分别为对照树高、冠径的93%、93%、93%和76%,‘Y-1’、‘SH1’、‘M26’中间砧幼树长势较旺,树高、冠径介于山丁子和八棱海棠对照的79%~90%和70%~82%之间,‘Y-2’中间砧幼树长势中庸,树高、冠径分别为山丁子和八棱海棠对照的52%、67%和49%、66%,与其他中间砧差异显著。品种干径与砧木干径比值常作为砧木大小脚现象的判定标准,调查结果表明,不同组合品种和砧木干径差异不显著,但‘Y-2’不同基础之

表1 不同矮化中间砧对‘长富2号’幼树开花结果习性的影响

基础	中间砧	第2年开花株率/%	产量/(kg/株)			
			第2年	第3年	第4年	3年累积
山丁子	Y-1	65	0.63c	5.26ef	10.26e	16.15f
	Y-2	66.67	0.72c	4.94e	9.12d	14.78e
	Y-3	0	0a	1.58b	2.9b	4.48b
	M26	3.33	0.2b	2.2de	9.08d	11.69d
	SH1	10	0.23b	2.38e	6.02c	8.42c
	CK	0	0a	0a	0.24a	0.24a
八棱海棠	Y-1	60	0.6c	5.82f	10.6e	17.02g
	Y-2	70	0.71c	5.46ef	9.28d	15.45ef
	Y-3	0	0a	1.76bc	3.08b	4.84b
	M26	5	0.2b	2.32de	9.28d	12.01d
	SH1	10	0.29b	2.44e	5.74c	8.26c
	CK	0	0a	0a	0.278a	0.28a

注:不同小写字母表示经Duncana检验有显著差异($P \leq 0.05$),CK为乔砧对照,下同。

表2 不同矮化中间砧‘长富2号’年树体产量 kg/株

中间砧	第5年	第6年	第7年	累计
Y-1	21.64	35.6	36.44	93.68
Y-2	15.78	26.6	32.8	75.18
Y-3	10.02	21.64	36.16	67.82
M26	20.54	9.26	36.16	65.96
SH1	19.88	18.92	36.1	74.9

注:基础全部为八棱海棠。

间差异达到显著水平。‘Y-1’、‘Y-2’、‘Y-3’、‘SH1’、山丁子乔砧的品种/砧木 >1.0 ,表现小脚,‘M26’和八棱

海棠的品种/砧木 <1.0 ,‘M26’增粗明显,与八棱海棠表现大脚,Y系、SH系砧木有小脚现象但不明显,均不影响正常生长。不同中间砧组合新梢生长量均小于乔砧对照,砧木的新梢生长量与砧木矮化性呈负相关,砧木越矮化,新梢年生长量越小,与曹敏格等^[24]的研究结果一致。综上,不同砧木对‘长富2号’控冠、矮化效果依次为‘Y-2’/山丁子 $>$ ‘Y-2’/八棱海棠 $>$ ‘Y-1’/八棱海棠 $>$ ‘Y-1’/八棱海棠 $>$ ‘M26’/山丁子 $>$ ‘M26’/八棱海棠 $>$ ‘Y-1’/山丁子 $>$ ‘SH1’/山丁子 $>$ ‘SH1’/八棱海棠 $>$ ‘Y-3’/山丁子 $>$ ‘Y-3’/八棱海棠。根据对矮砧的评判标准,‘Y-2’矮化控冠效果最佳,属极矮化砧木,

表3 不同矮化中间砧对‘长富2号’4年生幼树树体生长量的影响(2016年)

基础	中间砧	树高/cm	冠径/cm	品种干径/mm	砧木干径/mm	品种/砧木	新梢长度/cm
山丁子	Y-1	318.00c	204.00bc	50.42bcd	46.41bc	1.09cd	26.62a
	Y-2	196.00a	132.50a	28.32a	25.75a	1.10cd	21.90a
	Y-3	348.00de	252.00d	49.71bcd	43.87bc	1.13cd	39.72bc
	SH1	336.00cd	215.20bc	43.09b	39.54b	1.09cd	35.20b
	M26	312.80c	222.50c	54.15cde	64.81e	0.84a	40.74bc
	CK	374.00ef	271.20de	58.38de	51.44cd	1.14d	52.02d
八棱海棠	Y-1	312.00c	200.00bc	45.87bc	42.72b	1.07c	23.14a
	Y-2	264.00b	187.00b	44.40b	39.71b	1.12cd	20.48a
	Y-3	366.00e	217.00bc	50.99bcd	45.10bc	1.13d	44.44c
	SH1	348.00de	219.80c	48.85bc	43.06b	1.13d	40.96bc
	M26	314.60c	213.60bc	48.82bc	56.97de	0.86a	44.14c
	CK	395.00f	284.00e	60.58e	63.01e	0.96b	51.04d

‘Y-1’、‘SH1’、‘M26’次之,属矮化砧木,‘Y-3’幼树属于为半乔化砧木。

枝量和枝类组成是树体生长量的直观表现,如表4所示,中间砧组合枝量均少于乔砧对照,中短枝比例则大于对照,与马丽、于福顺等的研究结论一致^[4,6,8-9,25],不同中间砧组合之间总枝量有着较大差异,基础对同一中间砧组合的影响较小。‘SH1’、‘M26’、‘Y-1’组合总枝量相对较高,折合每公顷总枝量 $4.5\times 10^5\sim 5.3\times 10^5$ 条,短枝比例介于39.88%~50.7%,‘Y-2’总枝量相对较少,山丁子、八棱海棠基础组合长枝比例分别为10.89%、11.48%,短枝比例达到54.45%和52.29%,显著高于其他组合。

2.3 不同砧木组合对‘长富2号’幼树果实品质的影响

不同砧穗组合‘长富2号’果实的果形指数无显著

差异(表5),表明不同砧木对果实果形指数影响较小,与解贝贝等的研究结果相同^[13-15]。各组合中,单果重以山丁子乔砧最大(315.14 g),‘M26’/山丁子最小(227.76 g),相同中间砧组合的单果重山丁子基础均略大于八棱海棠基础,但差异不显著;果实硬度介于6.26~10.1 kg/cm²,其中‘Y-2’/山丁子组合最大,显著高于其他中间砧组合;可溶性固形物含量各中间砧组合均较乔砧对照提高0.8%~3.94%,‘Y-1’、‘SH1’中间砧山丁子基础果实高于八棱海棠基础,‘Y-2’、‘Y-3’、‘M26’则是八棱海棠基础高于山丁子基础,其中‘Y-1’、‘Y-3’、‘M26’不同基础间差异达到显著水平;可滴定酸‘Y-1’、‘Y-2’不同基础组合间差异显著,其他组合差异不显著,‘M26’、‘SH1’中间砧组合显著高于Y系砧木。贾定贤等^[26]研究认为,糖酸含量对果实风味有

表4 不同砧穗组合4年生幼树树体枝类组成

基础	中间砧	枝量	长枝比例/%	中枝比例/%	短枝比例/%
山丁子	Y-1	366c	14.02b	35.28bcd	50.70de
	Y-2	348bc	10.89a	34.66bc	54.45f
	Y-3	315a	33.67g	41.15f	25.18a
	SH1	423d	23.99e	36.13cd	39.88c
	M26	423d	19.52d	29.85a	50.63d
	CK	468e	27.85f	33.63bc	38.51c
八棱海棠	Y-1	360c	16.98c	33.90bc	49.12d
	Y-2	330ab	11.48a	35.93cd	52.59ef
	Y-3	334ab	33.30g	37.93d	28.76b
	SH1	408d	25.32e	34.74bc	39.94c
	M26	414d	19.59d	32.48ab	47.92de
	CK	371e	28.34f	33.45bc	38.21c

表5 不同砧穗组合对‘长富2号’果实品质的影响

基础	中间砧	单果重/g	果形指数	硬度/(kg/cm ²)	可溶性固形物含量/%	可滴定酸/%
山丁子	Y-1	287.28bc	0.84ab	7.26ab	15.72a	0.24a
	Y-2	250.20ab	0.85ab	10.10f	15.34bcd	0.19a
	Y-3	281.88bc	0.85ab	8.60bcde	14.26ab	0.35c
	M26	227.76a	0.82a	7.72bcde	15.08f	0.42cd
	SH1	282.54bc	0.82a	8.90def	17.22ef	0.40c
	CK	315.14c	0.87b	7.38abc	13.46a	0.17a
八棱海棠	Y-1	312.70c	0.85ab	8.02bcde	17.38f	0.35c
	Y-2	267.10abc	0.83ab	9.10ef	16.54def	0.28b
	Y-3	233.04a	0.84a	8.74cde	16.32cdef	0.40cd
	M26	232.72a	0.82ab	6.26a	15.70bc	0.41d
	SH1	309.72c	0.82ab	8.06bcde	17.06cde	0.35cd
	CK	314.02c	0.83ab	7.64bcd	13.44a	0.28b

较大影响,糖酸比值在20~60范围的果实风味优良,含糖量低,糖酸比低,风味偏淡。对不同中间砧果实进行风味评价,结果表明中间砧果实风味均优于乔砧对照,Y系、‘SH1’中间砧果实风味较浓,其中Y系果实为甜酸型,果实有清香味,较适合人们的口味,‘SH1’果实为酸甜型,无明显清香味,而‘M26’果实相比之下风味较淡。

3 结论

笔者对5个中间砧组合的调查比较,结果表明:(1)基砧对‘长富2号’早果性状的影响较小,不同中间砧之间差异明显,‘Y-1’、‘Y-2’、‘M26’、‘SH1’均能定植次年开花,较乔砧对照提前2~3年,所选中间砧早花性状排序依次为‘Y-2’>‘Y-1’>‘SH1’>‘M26’>‘Y-3’;(2)不同中间砧组合幼树期生长势均较强,前期致矮效果不明显。但是各中间砧组合定植第4年中央干延长头大部分形成花芽,顶端优势明显减弱,枝条角度较为开张,易于成花,有利于后期产量的形成。综合比较,‘Y-2’矮化控冠效果最佳,属极矮化砧木,‘Y-1’、‘SH1’、‘M26’次之,属矮化砧木,‘Y-3’幼树属于为半乔化砧木;(3)不同中间砧对果实品质的提升作用明显,综合排序依次为‘Y-1’>‘SH1’>‘Y-2’>‘M26’>‘Y-3’。(4)在晋中地区,‘Y-2’的树高、冠径较其他组合明显减小,树体矮化性最强,单株枝量相对较少,长枝比例10%左右,控冠能力强,生产中可加大栽植密度,建议采用株行距(1~1.5)m×(3.5~4)m;‘Y-1’、‘SH1’、‘M26’根据管理水平适当加大栽植密度,株行距(1.5~2)m×(3.5~4)m栽植。

矮化密植栽培是今后苹果栽培的核心模式,而选择适宜的苹果矮化砧木对实现节本增效、省力化、轻简化栽培至关重要^[27-28]。笔者结合多点区试认为,‘Y-1’、‘Y-2’中间砧与‘长富2号’的组合不仅可矮化早果,提高果实品质,减少人工投入,而且可解决‘长富2号’的大小年结果现象,生产中推广栽植可行。

4 讨论

研究表明,树高、冠径是砧木致矮性的直观表现,短枝的形成有利于提高早期产量,不同中间砧对嫁接品种的产量和果实品质的影响差异较大^[13-21]。本试验中各中间砧组合树高、冠径均小于对照,组合间差异明显,且各组合的总枝量折合每公顷总枝量 $3.9 \times 10^5 \sim 5.3 \times 10^5$ 条,低于张强等^[8]的研究结论,可能与前期的肥水条件有关,随着树龄增长应能满足树体的生长和产量的形成。果实品质方面,不同砧木对嫁接品种果实单果重、硬度、糖、酸含量均有影响,其中可溶性固形物含量相差达到1.68%~2.96%,组合间差异显著,与王大

江、张秉宇等^[16-17]的研究结果略有不同,这可能与试验对象、试验地区的不同有关。

中国引入和自选的矮化砧木品种较多,由于不同果区气候条件差异较大,相同的砧穗组合在不同地区表现差异较大。因此,根据当地生态和立地条件选择适宜的矮化砧木实行区域化利用尤为必要^[29-30]。笔者对5种中间砧与‘长富2号’的组合进行了比较,其中‘M26’中间砧与‘长富2号’的组合在晋中地区综合表现欠佳,且存在较为严重的树冠不平衡(偏冠)和抽条现象,建议在山西晋中地区发展矮化栽培时优先考虑‘Y-1’、‘Y-2’和‘SH1’矮化砧木。

参考文献

- [1] 陈学森,韩明玉,苏桂林,等.当今世界苹果发展趋势及我国苹果产业优质高效发展意见[J].果树学报,2010,27(4):598-604.
- [2] 李丙智,韩明玉,张林森,等.我国矮砧苹果生产现状及适应性调查[J].果农之友,2010(2):35-36.
- [3] 陈登文,袁军儒,高爱琴,等.矮化砧不同利用方式对苹果树根群分布及生育的影响[J].西北植物学报,2002,22(5):1165-1170.
- [4] 马丽,姜喜艳.不同类型砧木对“红富士”苹果地下及地上部分生长的影响[J].北方园艺,2013(16):13-17.
- [5] 袁继存,赵德英,徐锴,等.不同矮化中间砧对苹果幼树根系形态及养分质量分数的影响[J].西北农业学报,2016,25(4):561-567.
- [6] 于福顺,姜林,邵永春,等.青矮1、2、3号矮化中间砧嫁接红富士对树体生长结果的影响[J].山东农业科学,2011(8):63-64.
- [7] 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.
- [8] 张强,魏钦平,刘松忠,等.SH6矮化中间砧富士苹果幼树至结果初期树冠结构、产量和品质的形成[J].中国农业科学,2013,46(9):1874-1880.
- [9] 郭静,魏晓雯,王菲,等.不同中间砧对“红富士”苹果树体生长及酶活性和总酚含量的影响[J].北方园艺,2013(21):9-12.
- [10] 王俊峰,李高潮,李丙智,等.矮化砧M9-T337富士苹果在陕甘地区生长及结果情况[J].中国南方果树,2015,45(2):126-129.
- [11] 赵林,杨峰,樊继德,等.八种矮化中间砧对“礼泉富士”苹果幼树叶片光合特性的影响[J].北方园艺,2016(20):30-33.
- [12] 罗静,易盼盼,王飞,等.不同矮化中间砧对苹果苗光合特性的影响[J].西北农业学报,2016,44(4):177-184.
- [13] 解贝贝,戴洪义,沙广利,等.4种砧木对富士苹果果实大小和品质的影响[J].山东农业科学,2013,45(11):33-36.
- [14] 刘国荣,陈海江,徐继忠,等.矮化中间砧对红富士苹果果实品质的影响[J].河北农业大学学报,2007,30(4):24-26,35.
- [15] 赵玲玲,姜中武,宋来庆,等.不同砧木对红将军苹果果实品质和香气物质的影响[J].华北农学报,2014,29:234-238.
- [16] 张秉宇,刘志.不同砧穗组合对“寒富”苹果果实品质的影响[J].北方园艺,2014(7):30-32.
- [17] 王大江,王昆,高源,等.不同矮化中间砧对‘蜜脆’苹果植株生长及果实功能性成分含量影响的综合评价[J].果树学报,2016,33(6):686-693.

- [18] 张秀芝,郭江云,王永章,等.不同砧木对富士苹果矿质元素含量和品质指标的影响[J].植物营养与肥料学报,2014,20(2):414-420.
- [19] 薛晓敏,路超,王金政,等.矮化中间砧对苹果树生长结果及果实品质的影响[J].落叶果树,2012,44(1):5-7.
- [20] 闫树堂,徐继忠.不同矮化中间砧对红富士苹果果实内源激素、多胺与细胞分裂的影响[J].园艺学报,2005,32(1):81-83.
- [21] 王贵平,王金政,师忠轩,等.M系苹果矮化砧木与砧穗组合研究[J].江西农业学报,2011,23(9):44-46.
- [22] 李雪薇,李丙智,刘富庭,等.刻芽、扭枝和去顶梢对富士苹果枝条导水率、激素含量和花芽形成的影响[J].中国农业科学,2013,46(17):3643-3650.
- [23] 史继东,张立功,李丙智.我国苹果树形管理中存在的问题及发展趋势[J].果农之友,2009(11):3-6.
- [24] 曹敏格,杨海玲,张文,等.苹果砧木矮化性评价指标的研究[J].中国农业大学学报,2008,13(5):11-18.
- [25] 王延秀,陈佰鸿,刘玉莲,等.不同修剪方式对黄土高原旱作区幼龄‘长富2号’苹果树体生长的影响[J].中国农学通报,2016,32(13):79-84.
- [26] 贾定贤,米文广,杨儒琳,等.苹果品种果实糖、酸含量的分级标准与风味的关系[J].园艺学报,1991,18(1):9-14.
- [27] 韩振海.苹果矮化密植栽培—理论与实践[M].北京:科学出版社,2011:1-12.
- [28] 里程辉,刘志,王宏,等.我国苹果的产业现状分析及节本增效关键技术[J].北方园艺,2016(3):174-177.
- [29] 张庆伟,韩明玉,赵彩平.苹果苗木及幼树促分枝技术研究进展[J].果树学报,2011,28(1):108-113.
- [30] 马宝焜,徐继忠,孙建设.关于我国苹果矮砧密植栽培的思考[J].果树学报,2010,27(1):105-109.