

普洛马林和不同短截处理对 2 年生苹果苗木分枝特性的影响

咎 燕^a, 徐金涛^a, 韩明玉^a, 赵彩平^a, 张立新^b

(西北农林科技大学 a 园艺学院, b 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**探讨普洛马林和不同短截处理对 2 年生苹果苗木分枝特性的影响,为促进具晚熟性芽的果树分枝及缩短果树童期和整形周期提供参考。**【方法】**以 2 年生苹果“长富 2 号”为研究对象,测定并分析主干不同短截处理(短截 70,90 cm 和不短截)和不同普洛马林处理(0 和 1 000 mg/kg)间分枝数目、分枝长度、分枝角度、分枝高度和分枝方位的差异。**【结果】**(1)1 000 mg/kg 普洛马林处理可极显著增加不同年龄茎段的分枝总数。(2)普洛马林处理 2 年生苹果不同年龄茎段的分枝特性存在差异,普洛马林能够促进当年生新干(70 cm 短截)再分生出新枝条,平均有效分枝数达 4.1 个,且分枝高度主要集中在 90~130 cm,各方位的分枝数目接近 1:1:1:1,为整形工作带来了方便;普洛马林处理 1 年生老干(不短截)会造成分枝部位过低,极易导致分枝部位偏向一侧而致使中心干的地位不明显;普洛马林处理当年生新干和 1 年生老干(90 cm 短截),能促进当年生枝条分枝,但 1 年生老干分枝的旺盛生长会抑制当年生新干的分枝。(3)群众育苗由于密度过大,自然状态下无有效分枝。**【结论】**对主干于 70 cm 处短截并用普洛马林处理,苹果树有效分枝的数目、长度、角度适中,分枝高度和方位合理,为其提早整形奠定了基础。

【关键词】 苹果苗木;分枝;普洛马林;短截

【中图分类号】 S661.105⁺.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)06-0185-05

Influence of Promalin and different cutting back treatments on the branching character of 2-year-old apple seedlings

ZAN Yan^a, XU Jin-tao^a, HAN Ming-yu^a, ZHAO Cai-ping^a, ZHANG Li-xin^b

(a College of Horticulture, b College of Life Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The research investigated the influence of Promalin and different cutting back treatments on the branching characters of 2-year-old apple trees in branching character, in order to provide reference for improving branching ability of late-maturing bud, shortening juvenile and shaping periods and so on. **【Method】** Choosing 2-year-old apple seedlings “Changfu 2” as objective, the branching numbers, branching length, branching angles, branching height and branching orientation in different cutting back (70 cm, 90 cm, no cutting back) and Promalin (0 and 100 mg/kg) treatments were counted and measured. **【Result】** (1) 1 000 mg/kg Promalin can significantly increase the branching number of different ages’ stem segments in total. (2) Difference existed in 2-year-old apple seedling different ages’ stem branching character after Promalin treatment: Current trunk after Promalin treatment (Seedling with 70 cm cutting back) could promote new branch, average effectual laterals’ number reached 4.1, and branching height mainly occurred to 90—130 cm, the branch number in each orientation reached 1:1:1:1, providing convenience for tree shaping; Annual branch after Promalin treatment (Seedling without cutting back treatment) would re-

* [收稿日期] 2010-11-22

[基金项目] 农业部公益性行业专项(Nyhyzx07-024)

[作者简介] 咎 燕(1984—),女,山西大同人,在读硕士,主要从事果树生理生态研究。E-mail: zanyan1@gmail.com

[通信作者] 韩明玉(1962—),男,陕西扶风人,教授,主要从事果树种质资源生理生态及遗传育种研究。

E-mail: hanmy@nwsuaf.edu.cn

sult in too low branch height,leading to one side branch so that the center of trunk wasn't obvious;Both current and annual branch after Promalin treatment (Seedling with 90 cm cutting back) could promote current stem segment branching,while annual stem segment grew strongly,which would suppress the growth of current branching. (3)High density of mass breeding could not get effectual branching.【Conclusion】In conclusion,with Promalin treatment after 70 cm cutting back,the suitable number,length and angle of effectual laterals of tree trunk were good. Meanwhile,appropriate branching height and orientation of effectual laterals could lay foundation for early shaping.

Key words:apple seedling;branching;promalin;cutting back

在对多年生果树的研究中,提早结果一直是果树工作者努力的目标之一^[1]。促进幼树分生出一定数量的有效分枝是缩短果树童期的途径之一,同时也是缩短果树整形周期的一个有效措施。应用带分枝的矮化壮苗植园,是国外现代高密度、超高密度果园实现栽后第 2 年结果、第 4 年达到丰产水平最重要的成功经验^[2-3]。我国苹果生产在世界苹果产业中占有举足轻重的地位,而目前我国的苹果育苗多为单干苗,每公顷产 15.0 万~22.5 万株,其苗木定植后常出现多年不结果的现象^[2-4]。当前,在实施了树形改造、栽培管理等提高产量的技术措施后,亟需解决我国苹果产业中苗木质量不符合优质苗木标准这一源头问题。

目前,生产上主要采用植物生长调节剂及人工刻芽^[5]等技术促进果树幼苗分枝。我国在 20 世纪 80—90 年代曾开展过利用植物生长调节剂促分枝的试验研究,且多采用发枝素软膏或抽枝宝^[5-9](有效成分为 6-BA)进行促分枝试验,但其存在操作麻烦、相当耗费人力及成本较高等不足。有报道认为,普洛马林是促进果树分枝的最佳药剂之一^[10-12]。当前,国外苹果生产先进国多采用机械化喷施普洛马林溶液并配合人工微修剪技术来促分枝,该技术操作简单方便、易于推广。但目前国内一般多采用普洛马林溶液提高果树和瓜果类蔬菜的座果率,美化果型及促其膨大^[13-19]等,鲜有使用普洛马林溶液进行促分枝试验的报道。

苹果树的芽为晚熟性芽,其当年生枝条在自然状态下较难发枝,导致挂果时间晚、整形周期长。为此,本试验以苹果苗木不同年龄(当年生新干和 1 年生老干)茎段上的芽为试验材料,研究普洛马林和不同短截处理对苹果苗木不同年龄茎段上芽的发枝能力的影响,以期确定利用普洛马林溶液进行促分枝的最佳短截处理,为促进国内难分枝果树的分枝提供理论与实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验于 2009 年在西北农林科技大学苗木试验示范基地进行。供试苹果品种为 2 年生“长富 2 号”,其基础为新疆野苹果,中间砧为 M26,中间砧长度 30 cm,均为单干苗。苗木基础(新疆野苹果)种子于 2007-03 播种,当年秋季于实生砧 5 cm 下芽接矮化砧 M26,2008-06 于矮化砧 25~30 cm 处嫁接苹果品种“长富 2 号”,2009-03 定植,定植密度为东西行距 60 cm,南北株距 25 cm。试验设置为独立小区,每小区定植 7 行,每行 45 株,外围为保护行。同时设置群众育苗对照组,其定植密度为行距 30 cm,株距 15 cm。试验地土质均匀,对苹果苗均采用常规管理。

试验共设 7 个处理,各处理的方法及代码见表 1。其中处理 T1、T2 主要是利用当年生新干上的芽促分枝;处理 T3、T4 主要利用高度 70~90 cm 的 1 年生老干以及当年生新干上的芽促分枝;处理 T5、T6、T7 主要是利用 1 年生老干上的芽促分枝,其中处理 T7 为用作对照的群众育苗,即为不短截、0 mg/kg 普洛马林处理。整个试验过程中,普洛马林全株喷洒共 3 次,处理时间依次为 05-08、05-23 和 06-15。不同树体喷施量以个体大小略有差异,喷施量以叶片不滴水为准。1 000 mg/kg 普洛马林溶液中含 500 mg/kg 6-BA 和 500 mg/kg GA₄₊₇,溶剂为清水;0 mg/kg 的普洛马林处理为喷以等量清水。试验统计的分枝高度为距中间砧嫁接口 70 cm 以上的分枝,而 70 cm 以下的芽全部抹除,保持独立光干。不同短截处理的苗木于萌芽前(03-10)在西北方向饱满芽处短截,以使新生中心干保持直立。

1.2 测定项目与方法

试验采用随机抽样,每处理随机取 10 株,重复 5 次。数据于 2009-11-07 枝条完全停长后进行测定。株高指自根砧与中间砧嫁接口处至苗木顶端生

长点的距离;茎粗指接穗距中间砧木 10 cm 处的粗度,采用数显游标卡尺测定;枝条长度及分枝高度用软布尺、卷尺测定;枝条角度使用量角器测定,仅测定长度大于 10 cm 的枝条与主干间的夹角;分枝方位以中心干为中心,从上向地面投影,分别以东北、东南、西南、西北 4 个方位计入,当遇正北方向分枝时,以均等几率向两侧(东北、西北)各以 0.5 个分枝

数目计入,其余以此类推。测定结果中的总生长量是侧枝总生长量和株高之和与短截高度的差值,而总分枝数是指有效分枝数(即大于或等于 10 cm 的侧枝数)与小于 10 cm 的侧枝数之和。

试验数据采用 Excel 及 SPSS16.0 软件进行统计处理。

表 1 苹果苗木促分枝试验的设计
Table 1 7 treatments' arrangement in branching experiment of apple seeding

处理代码 Treatment code	短截处理 Cutting back treatment	普洛马林/ (mg·kg ⁻¹) Promalin concentration	处理代码 Treatment code	短截处理 Cutting back treatment	普洛马林/ (mg·kg ⁻¹) Promalin concentration
T1	70 cm 短截 70 cm cutting back	0	T5	不短截 No cutting back	0
T2	70 cm 短截 70 cm cutting back	1 000	T6	不短截 No cutting back	1 000
T3	90 cm 短截 90 cm cutting back	0	T7	群众育苗 mass breeding	0
T4	90 cm 短截 90 cm cutting back	1 000			

2 结果与分析

2.1 普洛马林处理对苹果苗木分枝和生长的影响

从表 2 可以看出,在 70 cm 处短截后不进行普洛马林处理的分枝总数为 0,说明当年生新干在自然状态下不能萌发抽出枝条。处理 T1 与 T2、T3 与 T4、T5 与 T6 均为普洛马林 0 和 1 000 mg/kg 处理在同一短截高度的对比,研究结果表明,1 000 mg/kg 普洛马林处理可极显著增加不同年龄茎段的分枝总数,使总分枝平均长度极显著缩短(T1 除

外);而在有效分枝数、有效分枝平均长度和枝条角度方面二者无显著差异。

比较表 2 结果可知,1 000 mg/kg 普洛马林处理对苹果苗木生长的影响表现为:70 cm 处短截时,普洛马林处理使株高极显著降低,苗木的总生长量极显著增加,而对茎粗无明显作用;90 cm 处短截时,普洛马林处理苗木与未经普洛马林处理苗木之间,在株高、茎粗和总生长量方面均无显著差异;不进行短截时,普洛马林处理使苗木的茎粗极显著降低。

表 2 不同短截和普洛马林处理对苹果苗木分枝和生长的影响

Table 2 Influence of apple seedings' branching and growth after different cutting back and Promalin treatments

处理代码 Treatment code	总分枝 Lateral		有效分枝 Effectual laterals		枝条角度/(°) Branch angle	株高/cm Tree height	茎粗/mm Diameter	总生长量/cm Total length
	分枝数 No. per tree	平均长度/cm Average length	分枝数 No. per tree	平均长度/cm Average length				
T1	0 fF	0 dD	0 bB	0 dC	0 dB	202.3 aA	12.67 bAB	132.3 cC
T2	5.4 cBC	31.4 cC	4.1 aA	40.1 cB	68 bcA	174.7 bB	11.65 bB	274.2 bB
T3	4.2 dDE	55.0 aA	4.2 aA	55.0 aA	72 abcA	175.4 bB	11.86 bB	316.4 abA
T4	6.3 bB	41.5 bB	4.4 aA	57.5 aA	70 bcA	180.6 bAB	12.90 bAB	351.9 aA
T5	5.1 cCD	52.0 aA	5.0 aA	53.0 abAB	73 abA	172.5 bB	14.37 aA	327.7 abA
T6	9.5 aA	24.9 cC	5.1 aA	44.2 bcB	75 aA	174.6 bB	12.31 bB	300.8 abA
T7	3.3 eE	8.5 dD	0 bB	0 dC	0 dB	138.4 cC	9.38 cC	56.0 dC

注:同列数据后标不同大、小写字母分别表示处理间差异达 $P=0.01$ 和 $P=0.05$ 显著水平。
Note: Values in the same column followed by different capital, small letters mean significant at $P<0.01$ and $P<0.05$ levels, respectively.

2.2 不同短截处理对苹果苗木分枝和生长的影响

处理 T1、T3、T5 为未进行普洛马林处理而短截高度不同的苗木。由表 2 可以看出,70 cm 短截处理(处理 T1)未出现分枝现象;90 cm 短截处理(处理 T3)后总分枝数显著低于不短截处理(处理

T5),但 2 个处理在总分枝平均长度、有效分枝数和有效分枝平均长度方面均不存在显著差异。不同短截处理对苗木生长也表现出一定的影响,70 cm 短截处理苗木的株高极显著高于 90 cm 短截和不短截的处理,而苗木总生长量极显著低于 90 cm 短截和

不短截的处理,而不短截处理苗木的茎粗显著高于 70 和 90 cm 短截处理。

与处理 T1、T3、T5 相比,群众育苗(处理 T7)表现为可萌发极少量短分枝,无有效分枝,苗木的总生长量、株高和茎粗均显著或极显著降低,这说明栽培密度对苗木的自然分枝存在极大影响。

处理 T2、T4、T6 为 1 000 mg/kg 普洛马林处理而短截高度不同的苗木。由表 2 可见,不短截处理(T6)苗木的总分枝数极显著高于 90 cm 短截处理(处理 T4),而 90 cm 短截处理(T4)的总分枝数又显著高于 70 cm 短截处理(T2);不短截处理苗木的分枝角度显著大于 70 和 90 cm 短截处理;90 cm 短截处理(T4)后的总分枝平均长度和有效分枝平均

长度均极显著高于 70 cm 短截和不短截的处理,3 个处理的有效分枝数间无显著差异。在苗木生长发育方面,90 cm 短截处理(T4)苗木的总生长量极显著高于 70 cm 短截处理(T2),而 3 个处理的株高和茎粗间不存在显著差异。

2.3 7 个不同处理苹果苗木枝条分枝高度和分枝方位的差异

适宜的分枝高度和分枝方位,能为苗木的整形工作带来极大方便,是果树实现早产、丰产的基础。分别对各处理 315 株苗木进行抽样统计,结果见图 1。由于处理 T1 不存在分枝,亦不存在分枝高度和分枝方位,故图 1 中未给出。

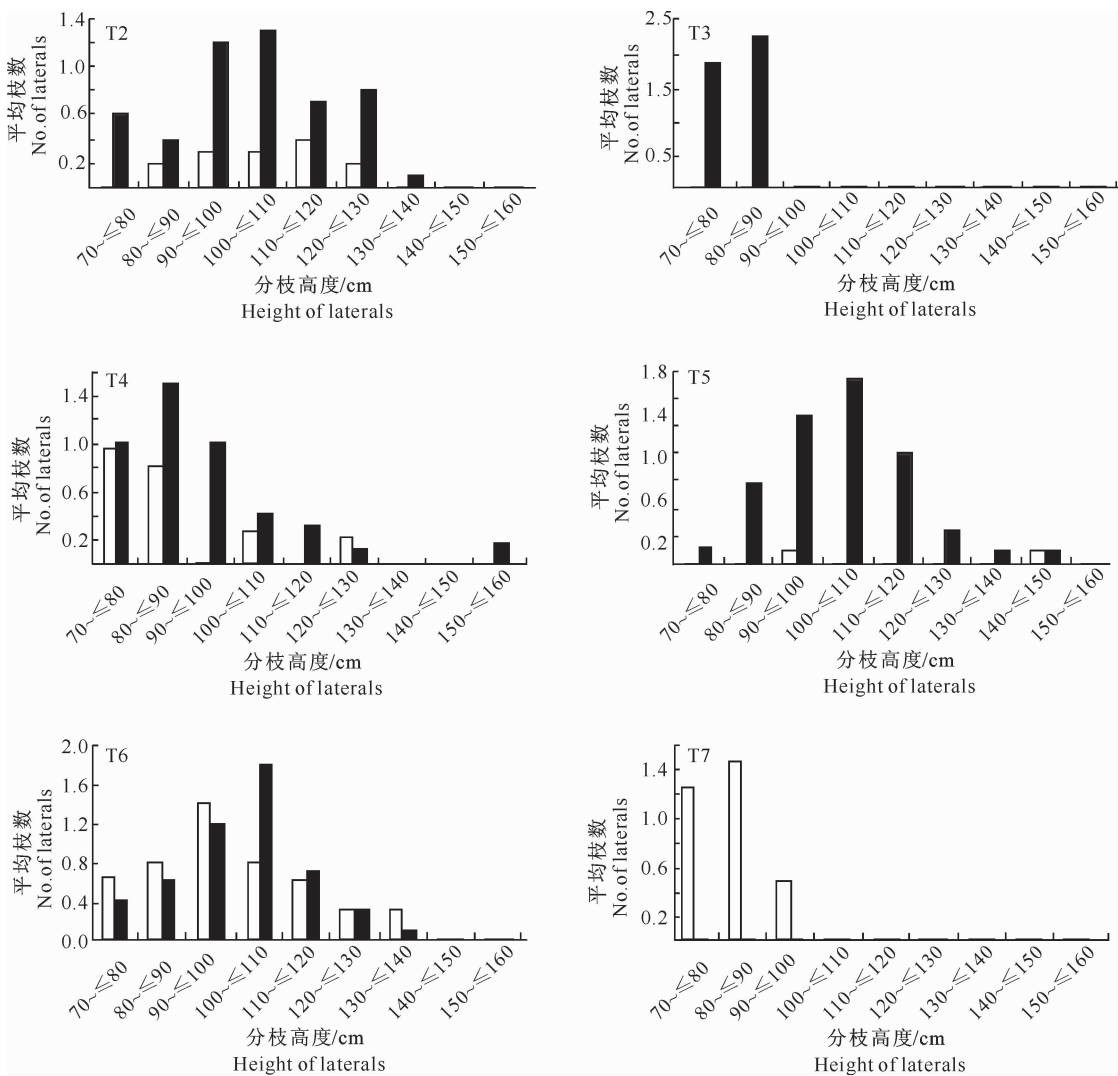


图 1 不同处理苹果苗木不同长度新生枝条的分枝高度及其数量的分布
□. <10 cm 枝条; ■. ≥10 cm 枝条
Fig. 1 Distribution of apple seedlings' young branches' different lengths in branching height and No.
□. Lateral less than 10 cm; ■. Lateral more than or equal to 10 cm

由图 1 可以看出,处理 T2 当年生枝条的分枝高度主要集中在 90~130 cm;对抽样的 45 棵树进行统计,其各方位的分枝数目接近 1:1:1:1,据大田生产经验,该分枝方位、分枝高度均在合适的区间。处理 T3 新生枝条的分枝高度均位于 70~90 cm,其分枝方位在该区间亦较均匀,而高于 90 cm 的区间没有分枝。处理 T4 与处理 T3 相比,分生出的新生枝条主要位于 90~110 cm 高处。处理 T5 和处理 T6 主要是利用 1 年生老干上的芽进行分枝,处理 T5 分枝高度主要位于 80~120 cm,但其极易出现分枝部位偏向一侧和侧枝过长导致中心干地位不明显的现象,其西北方向极少有分枝出现;处理 T6 的总体分枝部位较均匀,但长度 ≥ 10 cm 有效分枝的分布情况类似于处理 T5,树形较差。处理 T7 的分枝较少,在苗圃里不可能形成理想树形。

综合分析认为,对主干进行 70 cm 短截且用 1 000 mg/kg 普洛马林进行处理的苗木,其分枝高度较其他处理提高了 15~20 cm,且分枝方位均匀,高度适合,是大田生产中的理想树形。

3 讨 论

实现果树提早结果的基础是使幼树带有一定数量的枝条,而使用各种生长调节剂可以诱发果树芽活性从而促进侧枝的萌发,对实现果树的早产、丰产具有重要意义。据 Wertheim 等^[20]和 van Oosten^[21]研究报道,对苹果苗木喷施一种生长调节剂可以显著增加其分枝数,而目前国外普遍采用普洛马林叶面喷施促进苹果幼树侧枝的萌发^[22]。

本研究结果表明,1 年生老干(不短截处理)在自然状态下已具备一定的分枝能力,但其分枝数目有限,且在自然状态和普洛马林的作用下,其分枝的部位较低,给未来的整形工作带来很大麻烦,这可能与芽体之间的差异性有关。生产上常用刻芽的方式,在需要分枝的部位进行刻芽处理,但由此产生的枝条数量也很有限,且操作相对复杂。生产上也有利用发枝素软膏在老干上进行促分枝处理,但其同样存在操作复杂的问题。本试验利用 1 年生老干和当年生新干一起分枝(90 cm 短截处理),结果表明,在自然状态下,1 年生老干极易诱发侧枝萌发,这除了因为 1 年生老干本身具备一定的自然分枝能力外^[21-22],还可能与一定程度的短截有助于侧枝萌发有关;而当年生新干有一部分在自然状态下仍然不能分出枝条,普洛马林溶液能够促进该部分当年生新干萌发出枝条,但其作用相当有限,可能是由于 1

年生老干的发枝抑制了新干上芽的萌发。当年生新干经 70 cm 短截处理后,其在自然状态下几乎不能萌发出枝条,但在普洛马林的作用下,能够打破芽的晚熟性而萌发枝条。控制喷施生长调节剂的次数和喷施高度是今后研究的关键问题之一。Wertheim 等^[23]的试验结果表明,普洛马林可以诱导侧枝萌发,同时也影响茎粗和株高,但是其试验中茎段生长对侧芽萌发无决定性作用,因此普洛马林诱导处理没有对树体质量产生不良影响,而本试验的研究结果与此一致。

本试验中的分枝数显著偏少,可能与喷施普洛马林溶液次数较少或者浓度过低有关。据 Wertheim 等^[23]报道,多次施用生长调节剂会显著诱使苹果幼树萌发出更多的羽状分枝。不同湿度^[24]、土壤^[25]和温度^[26]对侧枝萌发也有很大影响,而本试验由于前期气温偏低,可能导致芽体内源激素含量偏低,最终造成分枝数目较少。此外,本试验群众育苗对照的试验结果还表明,栽培密度对 1 年生老干的自然分枝有很大影响,肥水竞争和空间竞争可能是其制约因素。因此,适当的宽行育苗很有必要。尽管在群众育苗的生产实践中,2 年生苹果单干苗已经出圃,而本研究着重于育出带侧枝苗木,这对未来群众育苗研究有重要意义。

果树在实际生产中有一定的定干要求,这就要求分枝必须位于合理的高度以上,否则视为无效分枝,此高度又因为树形不同而有所变化。因此,本试验对定干高度 70 cm 以下的茎段进行抹芽处理,70 cm 以上茎段让其自然发枝,使分枝高度均处于有效分枝区间内,从而为后期的整形修剪带来方便。试验中惟一不足的是,部分有效分枝的分枝方位不是很理想,即使是在普洛马林处理之后。需要说明的是,本试验各处理的苗木高度均在国家标准 GB9847—2003 规定的一级苗木高度标准(120 cm)之上,为较理想的树体高度。

[参考文献]

- [1] 鄱荣庭. 果树栽培学总论 [M]. 3 版. 北京:中国农业出版社, 1995:4-5.
- [2] Xi R T. General pomology [M]. 3rd ed. Beijing:China Agricultural Publisher, 1995:4-5. (in Chinese)
- [2] 韩明玉,马锋旺,李丙智,等. 意大利法国苹果发展情况 [J]. 西北园艺, 2008(2):49-50.
- [2] Han M Y, Ma F W, Li B Z, et al. The state of apple development in Italy and France [J]. Northwest Horticulture, 2008 (2):49-50. (in Chinese)

[3] 张林森,马锋旺,李丙智,等. 国外苹果高纺锤形整形技术与应用 [J]. 中国果树,2007(6):69-70.
Zhang L S, Ma F W, Li B Z, et al. The foreign apple high spin-
dles technique and application [J]. China Fruits, 2007(6):69-
70. (in Chinese)

[4] 李丙智,韩明玉,张林森,等. 我国苹果矮化砧木发展缓慢的原
因与建议 [J]. 西北园艺,2007(10):4-5.
Li B Z, Han M Y, Zhang L S, et al. The causes and suggestions
of Chinese apple dwarf rootstocks' slow development [J].
Northwest Horticulture, 2007(10):4-5. (in Chinese)

[5] 李 渊,姚 勇. 刻芽和涂抽枝宝在苹果幼树上的应用效果研
究 [J]. 中国南方果树,2004,33(3):54-55.
Li Y, Yao Y. The application investigations of carving bud and
smearing Chouzhibao in the young apple trees [J]. South China
Fruits, 2004, 33(3):54-55. (in Chinese)

[6] 孟昭清,刘国杰,李建华,等. 发枝素对苹果苗生长及圃内整形
作用试验 [J]. 中国果树,1996(2):15.
Meng Z Q, Liu G J, Li J H, et al. The experiment of Fazhisu to
apple seedling growth and nursery shaping [J]. China Fruits,
1996(2):15. (in Chinese)

[7] 周兴本,于文越,郭修武. Promalin 和高效抽枝宝影响甜樱桃成
枝力试验 [J]. 北方果树,2006,11(6):13-14.
Zhou X B, Yu W Y, Guo X W. Effects of Promalin and
Chouzhibao of branching ability of sweet cherry [J]. North
Fruits, 2006, 11(6):13-14. (in Chinese)

[8] 陈景顺,傅 友,边卫东,等. 抽枝宝促进富士苹果萌芽生长的
效果 [J]. 河北果树,1995(2):13-15.
Chen J S, Fu Y, Bian W D, et al. The effects of Chouzhibao to
promote buding of Fuji apple [J]. Hebei Fruits, 1995(2):13-
15. (in Chinese)

[9] 李慎福,李 陶. 利用发枝素加速苹果幼树早成形早结果 [J].
四川果树,1995(1):23-24.
Li S F, Li T. Making use of Fazhisu promote young apple tree
early shaping and early fruiting [J]. Sichuan Fruits, 1995(1):
23-24. (in Chinese)

[10] Cody C A, Larsen F E, Fritts J R. Induction of lateral bran-
ches in tree fruit nursery stock with propyl 3-t-butylphenoxy
acetate (MB 25, 105) and Promalin (GA_{4+7} + 6-benzylade-
nine) [J]. Scientia Horticulturae, 1985, 26:111-118.

[11] Cody C A, Larsen F E, Fritts J R. Stimulation of lateral branch de-
velopment in tree fruit nursery stock with GA_{4+7} + BA [J].
HortScience, 1985, 20:758-759.

[12] Steffen G L, Jacobs F W, Engelthaupt M E. Effects of growth
regulators on growth and fruiting of own-rooted "Golden De-
licious" apple trees [J]. Scientia Horticulturae, 1991, 47:247-
257.

[13] 周 军,何世珑,马恩明,等. 发枝素对苹果幼树的应用效应
[J]. 西北园艺,1997(1):8.
Zhou J, He S L, Ma E M, et al. The application effects of
Fazhisu in young apple trees [J]. Northwest Horticulture,
1997(1):8. (in Chinese)

[14] 刘 志,高爱农,张 敏,等. 发枝素在苹果树上的应用效果
[J]. 北方果树,1999(2):11.
Liu Z, Gao A N, Zhang M, et al. The application effects of
Fazhisu in apple tree [J]. North Fruits, 1999(2):11. (in Chi-
nese)

[15] 孙希生,田 勇. 苹果树应用普洛马林(GA_{4+7} + BA)等植物
生长调节剂的效果 [J]. 北方果树,1997(2):10-13.
Sun X S, Tian Y. The effects of application of plant growth
regulators Promalin (GA_{4+7} + BA) etc [J]. North Fruits,
1997(2):10-13. (in Chinese)

[16] 王承琴,陈铁虎,刘联生. 普洛马林对红星苹果果型指数的影
响 [J]. 山西果树,1996(4):2-3.
Wang C Q, Chen T H, Liu L S. The influence of Promalin to
fruit shape indications of Starkrimson apple [J]. Shanxi
Fruit, 1996(4):2-3. (in Chinese)

[17] 刘凤之,窦连登,汪景彦,等. 普洛马林在新红星苹果上的应用
效果 [J]. 中国果树,1994(3):6-8.
Liu F Z, Dou L D, Wang J Y, et al. The application effects of
Promalin in Starkrimson apple [J]. China Fruits, 1994(3):6-
8. (in Chinese)

[18] 胡昌芬,王书先,白果树,等. 新红星苹果喷施普洛马林试验
[J]. 山西果树,2002(1):45.
Hu C F, Wang S X, Bai G S, et al. The experiment of spraying
Promalin in Starkrimson apple [J]. Shanxi Fruits, 2002(1):
45. (in Chinese)

[19] 邱春莲,齐国辉. 植物生长调节剂在果树生长中的应用 [J].
河北果树,2004(4):1-3.
Qiu C L, Qi G H. The application of plant growth regulators
in fruit growth [J]. Hebei Fruits, 2004(4):1-3. (in Chinese)

[20] Wertheim S J, de Groene J M, van de Wassenberg J. Promalin plus
pluizen geeft meer veren [J]. Fruitteelt, 1989, 79(21):18-19.

[21] van Oosten H J. Effects of propyl 3-t-butylphenoxy acetate(M&B
25, 105) on the branching of maiden apple trees [J]. Meded Fac
Landbouwwet Rijksuniv Gent, 1981, 46(1):247-251.

[22] Elfving D C, Forshey C G. Factors affecting apple-tree respo-
nse to chemical branch induction [J]. HortScience, 1982, 17:498.

[23] Wertheim S J, Estabrooks E N. Effect of repeated sprays of 6-
benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in
the fruit-tree Nursery [J]. Scientia Horticultuae, 1994, 60:31-
39.

[24] Tromp J. Lateral shoot formation in apple in the first year af-
ter budding as affected by air humidity and soil temperature
[J]. Acta Horti, 1992, 322:141-151.

[25] Tromp J. The effect of soil temperature on lateral shoot for-
mation and flower-bud formation in apple in the first year af-
ter budding [J]. HortScience, 1992, 67:787-793.

[26] Tromp J. Lateral shoot formation and flower-bud formation in
apple in the first year after budding as affected by air temper-
ature and exposure to red light [J]. Hort Science, 1993, 68:
255-260.