

不同生根剂对扁桃裸根苗的生根效果分析*

陆炎松¹ 黄旭光¹ 罗恩波² 陆 仟²
 廖堂贵² 苏友赛¹ 杨思霞¹ 吴小红³
 秦 玲¹ 李金华² 易平旺¹

(1. 南宁市园林科研所, 广西南宁 530011; 2. 南宁市绿化工程管理中心, 广西南宁 530011; 3. 南宁市花卉公园, 广西南宁 530001)

摘要 以扁桃 (*Mangifera persiciformis*) 裸根苗为试验材料, 选用“根盼”、2种自配生根剂、“根太阳”、“根司令”和“速生根”共6种生根剂进行根部处理, 通过测定扁桃生根数、每株生根苗的生根数、根长和根直径, 计算生根率、增长率, 分析评价不同生根剂对扁桃生根的效果。结果表明: 处理20 d后, “根盼”生根剂250 mg/L浸泡2 h、“根太阳”生根剂10 mg/L浸泡2 h、“根太阳”生根剂20 mg/L浸泡2 h和自配生根剂一1 000 mg/L速蘸10 s处理的扁桃苗生根率都达到了100%; 平均生根数以自配生根剂一1 000 mg/L速蘸10 s最好, 为37根; 根长以“根盼”生根剂250 mg/L浸泡2 h最好, 为4.38 cm; 根直径以自配生根剂一1 000 mg/L速蘸10 s最好, 为1.27 mm。模糊综合评价结果表明, 自配生根剂一SP 1 000 mg/L速蘸10 s促生根效果最好。

关键词 扁桃; 生根剂; 生根

中图分类号: S723 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2018) 01-0054-05

Research on Rooting Effect of Different Rooting Agents on *Mangifera persiciformis*

LU Yansong¹ HUANG Xuguang¹ LUO Enbo² LU Qian²
 LIAO Tanggui² SU Yousai¹ YANG Sixia¹ WU Xiaohong³
 QIN Ling¹ LI Jinhua² YI Pingwang¹

(1. Nanning Gardening Science Institute, Nanning, Guangxi 530011, China; 2. Nanning Green Project Management Centre, Nanning, Guangxi 530011, China; 3. Nanning Flower Park, Nanning, Guangxi 530001, China)

Abstract With bare root seedlings as the experimental materials of *Mangifera persiciformis*, used 6 rooting agents including Genpan, autogamy rooting agent 1, autogamy rooting agent 2, Gentaiyang, Gensilin and Sushenggen to treat them. The rooting rate and growth rate were calculated based on the number of rooting, root number, average root length and average root diameter in order to analyze the influence of different rooting agents on *M. persiciformis*. The results were as follows: Treated after 20 d, soak the seedlings under Genpan(250 mg/L), Gentaiyang(10 mg/L), Gentaiyang(20 mg/L) for 2 h, and autogamy rooting agent 1(1 000 mg/L) was dipped for 10 s, which had the best rooting rate (about 100 per cent); dip the seedlings under autogamy rooting agent 1(1 000 mg/L) for 10 s, and the root number of 37 was considered the best; soak the seedlings under Genpan(250 mg/L) for 2 h, and the root length of 4.38 cm was considered the best; dip the seedlings under autogamy rooting agent 1(1 000 mg/L) for 10 s, and the root diameter of 1.27 mm was considered the best. Principal component analysis and fuzzy comprehensive evaluation results showed that autogamy rooting agent 1(1 000 mg/L) dipped for 10 s was best.

Key words *Mangifera persiciformis*; rooting agent; rooting

* 基金项目: 南宁市科技攻关项目“南宁市市树扁桃全冠移植关键技术研究”(20152056)。

第一作者: 陆炎松(1992—), 女, 助理农艺师, 主要从事园林植物研究与应用, E-mail: 295493459@qq.com。

通信作者: 黄旭光(1978—), 男, 高级工程师, 主要从事城市园林绿化科研工作, E-mail: 13677883399@163.com。

扁桃 (*Mangifera persiciformis*) 又名巴旦杏、婆淡树、巴旦姆, 为漆树科 (*Anacardiaceae*) 杧果属 (*Mangifera*) 常绿阔叶乔木^[1]。树冠圆整呈广卵状, 冠大浓荫, 四季常青, 树形美观。扁桃树根系发达, 萌发力强, 是优良的绿化树种, 1986年6月, 南宁市第八届人大常委会第四次会议确定扁桃树为南宁市市树。近年来, 植物生长调节剂萘乙酸、吲哚丁酸和市面上常见生根剂促进植物生根的研究报道较多, 在香樟 (*Cinnamomum camphora*)^[2]、月季 (*Rosa chinensis*)^[3]、景东翅子树 (*Pterospermum kingtungense*)^[4]、黄花槐 (*Sophora xanthantha*)^[5]、茶树 (*Pistacia chinensis*)^[6]、中国沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)^[7]、含笑 (*Michelia figo*)^[8]、中华猕猴桃 (*Actinidia chinensis*)^[9]、长柄扁桃 (*Amygdalus pedunculata*)^[10-11]、桢楠 (*Phoebe zhennan*)^[12] 等植物上都有相关报道。漆树科杧果属扁桃属难生根、移植成活率较低的植物, 促生根研究尚未见有报道。因此, 本文利用生根剂对扁桃进行促生根研究, 通过对比不同生根剂对扁桃的促生根作用, 分析评价不同生根剂在扁桃栽培生产中应用的可行性, 最后筛选出促生根效果显著的生根剂及其应用方法。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2016年10月至12月在南宁市花卉公园苗木基地进行。该苗木基地位于北回归线南侧, 属湿润的亚热带季风气候, 冬季最冷的1月平均气温为12.8℃, 夏季最热的7、8月平均气温为28.2℃。基地大棚及苗床规格为: 大棚采用透光率为75%的黑色遮阳网覆盖, 通风良好, 具备定时喷雾装置。苗床宽1m, 高约20cm, 基质为珍珠岩和中河沙按1:3(体积比)混合, 试验前基质晾晒1d后用0.5%的高锰酸钾喷雾消毒。

1.2 试验材料

供试苗为生长健壮、无病虫害、叶片完整、苗高15~20cm的1a生的裸根扁桃苗。

生根剂: (1) 5%质量分数“根盼”生根剂可溶性液剂 (SL) (四川国光农化股份有限公司), 有效成分为NAA+IBA; (2) 1.6%质量分数“根太阳”SL (广东植物龙生物技术有限公司), 有效成分为胺鲜酯; (3) “根司令”生根剂SL (深圳八方纵横生态技术有限公司), 有效成分为氨

基酸水溶肥料, 氨基酸 ≥ 100 g/L; (4) 90%质量分数“速生根”生根剂可溶性粉剂 (SP) (郑州市平安园林植保技术研究所), 有效成分为可溶性钠盐原粉; (5) 自配生根剂一 SP, 有效成分为NAA+IBA; (6) 自配生根剂二 SP, 有效成分为NAA+IBA+6-BA。

1.3 试验方法

试验设6种生根剂, 每种生根剂设3个质量体积浓度梯度共18个处理及清水对照CK, 每个处理30株, 3次重复。用清水浸泡约5~10min后将扁桃苗根部松软的泥团抖除、清洗显出主根及须根, 留取5~6片健康的叶片、将须根全部剪除之后进行药剂处理: (1) “根盼”生根剂62.5, 125, 250 mg/L浸泡2h; (2) “根太阳”生根剂5, 10, 20 mg/L浸泡2h; (3) “根司令”生根剂125, 250, 500 mg/L浸泡2h; (4) “速生根”生根剂600, 1 200, 2 400 mg/L速蘸10s; (5) 自配生根剂一500, 1 000, 2 000 mg/L速蘸10s; (6) 自配生根剂二500, 1 000, 2 000 mg/L速蘸10s; 对照组CK, 清水浸泡2h。行间距为10cm $\times$ 10cm。

移栽后的第20天统计生根数量, 测量根长和根粗, 计算生根率、平均生根数、生根苗平均根长以及生根苗平均根直径增长率。采用模糊数学隶属函数法对不同生根剂处理后的各项生根指标进行综合评价, 找出对扁桃生根效果较好的生根剂及其质量体积浓度。模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评标方法。该综合评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价, 以最优的评价因素值为基准, 其评价值为1; 其余欠优的评价因素依据欠优的程度得到相应的评价值^[13]。各指标采用隶属函数公式计算, 并求其隶属度平均值, 隶属度平均值越大, 表示该生根剂对于促进扁桃生根越好。隶属函数值公式为:

$$U(x_i) = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \dots\dots\dots (1)$$

公式中: X_{ij} 为第*i*个生根剂处理的第*j*项生根指标; $X_{j\max}$ 和 $X_{j\min}$ 分别为全部生根剂处理的第*j*项指标内的最大值和最小值。

$$\text{生根率} = \frac{\text{生根苗数}}{\text{调查的总苗数}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{平均根数} = \frac{\text{生根苗的总根数}}{\text{总生根苗数}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{平均根长} = \frac{\text{生根苗根总根长}}{\text{总生根苗数}} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{平均根直径} = \frac{\text{生根苗根总直径}}{\text{总生根苗数}} \dots\dots\dots(5)$$

生根指标增长率 =

$$\frac{\text{某药剂处理生根指标} - \text{对照组生根指标}}{\text{对照组生根指标}} \times 100\% (6)$$

1.4 统计分析

采用 DPS (V9.01) 分析软件进行数据统计分析、显著性检验以及多重比较, 平均数间采用最小显著极差法 (SSR 法) 测验差异。用 Microsoft excel 2007 进行模糊综合评价数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同生根剂处理对扁桃生根的影响

各处理扁桃栽植 20 d 后, 处理 3 “根盼” 生根剂 250 mg/L、处理 5 “根太阳” 生根剂 10 mg/L、处理 6 “根太阳” 生根剂 20 mg/L 以及处理 14 自配生根剂一 1 000 mg/L 的生根率都达到了 100%, 其次是处理 2、处理 4 及处理 8 的生根率为 96.7%,

对照组的生根率为 73.3%, 自配生根剂 2 的 3 个处理组的扁桃生根率都低于对照组, 处理 16 为 56.7%、处理 17 为 60.0%、处理 18 为 43.3%, 对照组生根率与各药剂处理组差异显著 (表 1) ($P < 0.05$)。“根盼” 生根剂 250 mg/L、“根太阳” 生根剂 10 mg/L、“根太阳” 生根剂 20 mg/L 以及自配生根剂一 1 000 mg/L 能有效促进扁桃生根。

扁桃根长最大的为处理 3 “根盼” 生根剂, 为 4.38 cm, 增长率达到 40.84%。其次为处理 7 “根司令” 生根剂 125 mg/L, 为 4.17 cm, 增长率为 34.08%。对照组根长为 3.11 cm, 不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。其它从高到低依次为处理 10 > 处理 14 > 处理 6 > 处理 16 > 处理 11 > 处理 13 > 处理 1 > 处理 2 > 处理 5 > CK > 处理 8 > 处理 12 > 处理 15 > 处理 4 > 处理 9 > 处理 17。“根盼” 生根剂 250 mg/L 对于促进扁桃根长生长效果最好。

处理 14 自配生根剂一 1 000 mg/L 对于促进扁桃根直径的增长效果最为明显, 其平均根直径达到 1.27 mm, 增长率为 62.82%。其次是处理 11 速生根 1 200 mg/L 和处理 12 速生根 2 400 mg/L, 平均根直径均为 1.18 mm, 增长率为 51.28%。第三是处理

表 1 不同生根剂处理对扁桃生根的影响

Tab.1 Effects of different rooting agent on rooting of *Mangifera persiciformis*

生根剂 Rooting agent	药剂浓度 Concentration/ (mg · L ⁻¹)	生根率 Rooting rate/%	平均根长 Average root length/cm	根长增长率 Root length growth rate/%	平均根直径 Average root diameter/mm	根直径增长率 Root diameter growth rate/%
“根盼” Genpan	62.5	86.7 e	3.43 f	10.29	0.97 hij	24.36
	125.0	96.7 b	3.41 f	9.65	1.05 efg	34.62
	250.0	100 a	4.38 a	40.84	1.14 bc	46.15
“根太阳” Gentaiyang	5	96.7 b	1.98 l	-36.33	0.68 l	-12.82
	10	100 a	3.3 g	6.11	0.96 ij	23.08
	20	100 a	3.57 e	14.79	0.97 hij	24.36
“根司令” Gensiling	125	90 d	4.17 b	34.08	1.00 ghi	28.2
	250	96.7 b	3.04 i	-2.25	1.03 fg	32.05
	500	86.7 e	1.84 m	-40.84	1.02 fgh	30.77
“速生根” Sushenggen	600	93.3 c	3.96 c	27.33	1.12 cd	43.59
	1200	90 d	3.46 f	11.25	1.18 b	51.28
	2400	90 d	2.85 j	-8.36	1.18 b	51.28
自配生根剂一 Autogamy rooting agent 1	500	90 d	3.44 f	10.61	1.12 cd	43.59
	1000	100 a	3.71 d	19.29	1.27 a	62.82
	2000	86.7 e	2.28 k	-26.69	1.07 def	37.18
自配生根剂二 Autogamy rooting agent 2	500	56.7 h	3.53 e	13.5	1.02 fgh	30.77
	1000	60.0 h	1.64 n	-47.27	0.92 j	17.95
	2000	43.3 i	0.94 o	-69.77	1.09 cde	39.74
对照 CK	清水	73.3 f	3.11 h		0.78 k	

注: 同列数据中不同字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note: Data with different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level.

3 “根盼”生根剂 250 mg/L，平均根直径为 1.14 mm，增长率为 46.15%。对照组平均根直径为 0.78 mm，与各药剂处理组均差异显著 ($P < 0.05$)。

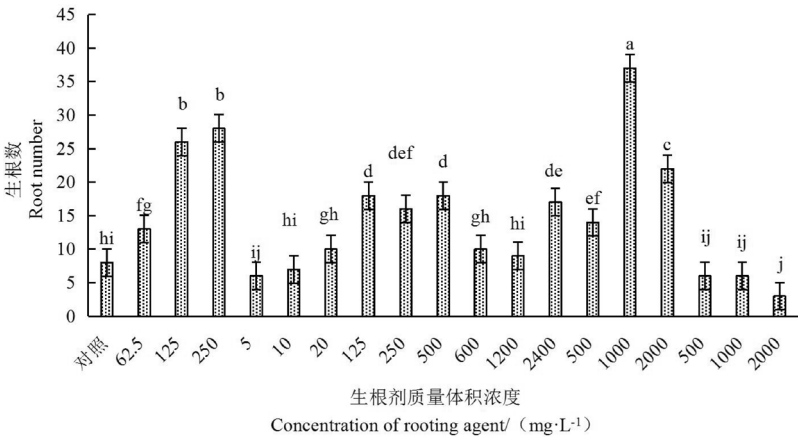
2.2 不同生根剂处理对扁桃生根数的影响

不同生根剂对扁桃生根数的影响较大，且不同药剂不同质量体积浓度处理促进扁桃生根的效果存在差异。在处理后 20 d，对照组生根数为 8，处理 14 自配生根剂—1 000 mg/L 的平均生根数最多为 37 根，增长率为 362.5%。其次是处理 3 “根盼”生根剂 250 mg/L 为 28 根，增长率为 250.0%。与对照组差异显著 ($P < 0.05$)。其它处理的生根

数从高到低依次为处理 2 > 处理 15 > 处理 7 > 处理 9 > 处理 12 > 处理 8 > 处理 13 > 处理 1 > 处理 6 > 处理 10 > 处理 11 > CK > 处理 5 > 处理 4= 处理 16= 处理 17 > 处理 18 (图 1)。

2.3 不同生根剂处理后各生根指标的模糊综合评价

处理 14 自配生根剂—1 000 mg/L 速蘸 10 s 的隶属度平均值最高，排序第一。其次为处理三“根盼”生根剂 250 mg/L，第三为处理 2 “根盼”生根剂 125 mg/L。对照组隶属度排序 16，自配生根剂二的处理 4、处理 17 和处理 18 隶属度平均值均低于对照组，分别排在 17、18、19 (表 2)。



注：表中数据为平均值 ± 标准差；不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。
Note: Data in the figure are means ± standard error. Different lowercase letter means significant difference at 0.05 level.

图 1 不同生根剂处理对扁桃生根数的影响

Fig. 1 Effects of different rooting agent on root number of almond

表 2 不同生根剂处理后对扁桃各项生根指标之间的综合评价

Tab.2 Different rooting agent on rooting in the almond index between the comprehensive evaluation

生根剂 Rooting agent	质量体积浓度 Concentration/ (mg · L ⁻¹)	生根率 Rooting rate	平均根数 Average root number	平均根长 Averagem root length	平均根直径 Average root diameter	隶属度平均值 The average membership	排序 Rank
“根盼” Genpan	62.5	0.765	0.294	0.724	0.492	0.569	13
	125	0.942	0.676	0.718	0.627	0.741	3
	250	1.000	0.735	1.000	0.780	0.879	2
	5	0.942	0.088	0.311	0.000	0.335	17
“根太阳” Gentaiyang	10	1.000	0.118	0.686	0.474	0.570	12
	20	1.000	0.206	0.764	0.492	0.616	10
	125	0.824	0.441	0.939	0.542	0.686	4
“根司令” Gensiling	250	0.942	0.382	0.610	0.593	0.632	9
	500	0.765	0.441	0.262	0.576	0.511	14
	600	0.882	0.206	0.878	0.746	0.678	5
“速生根” Sushenggen	1200	0.824	0.176	0.732	0.847	0.645	8
	2400	0.824	0.412	0.555	0.847	0.660	6
	500	0.824	0.324	0.727	0.746	0.655	7
自配一 Autogamy rooting agent 1	1000	1.000	1.000	0.805	1.000	0.951	1
	2000	0.765	0.559	0.390	0.661	0.594	11
自配二 Autogamy rooting agent 2	500	0.236	0.088	0.753	0.559	0.409	15
	1000	0.386	0.088	0.203	0.407	0.271	18
	2000	0.000	0.000	0.000	0.695	0.174	19
对照 CK	清水	0.529	0.147	0.631	0.169	0.369	16

3 结论与讨论

本研究结果表明,不同生根剂及浓度对扁桃促生根效果存在差异。模糊综合评价结果表明,自配生根剂一 SP 1 000 mg/L 速蘸枝条 10 s 综合效果最好。根系长度、根系平均直径是体现根系吸收效率及能力的重要指标^[14]。激素在一定的浓度范围内能促进植物不定根的形成。NAA 和 IBA 带有硫脲基团,能让细胞壁松弛,促进蛋白质等物质的合成,从而促进植物根细胞的生长^[15]。本试验中,国光“根盼”生根剂和自配生根剂一有效成分为 NAA+IBA,能够有效地促进扁桃根的生长。然而过高的浓度会诱导乙烯的产生,乙烯对生根具有一定的抑制作用^[16],本试验中自配生根剂一 2 000 mg/L 的促生根效果就差于自配生根剂一 1 000 和 500 mg/L。自配生根剂二有效成分为 NAA+IBA+6-BA,却使扁桃根的生长受到了抑制。6-苄腺嘌呤(6-BA)是细胞分裂素,可抑制主根伸长,阻碍侧根原基的起始和组织并直接影响侧根建成细胞而抑制侧根发育^[17]。在组培中常将细胞分裂素与生长素按比例混用以达到促进根芽生长的效果。在本试验中,自配生根剂二的 3 个浓度处理的扁桃生根数都受到了抑制,且浓度为 1 000, 2 000 mg/L 处理组的根长也受到了抑制。故本试验中生长素与细胞分裂素的组合以及浓度不适用于促进扁桃根的生长。

根据赵建文^[18]2009 年统计数据显示,近年来在南宁市范围内,胸径在 7 cm 以上的扁桃树移植成活率都不甚理想,大多绿化工程种植扁桃树成活率都低于 60%。扁桃移植前都需要断根,如何让移植后的树木根系快速生长、恢复正常的生理功能值得我们去探讨。本试验所用材料为扁桃幼苗,如何将筛选出的试验药剂与使用方法应用于扁桃大树上值得我们去进一步研究。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编委会.中国植物志[M].四十五卷.第一分册.北京:科学出版社,1980:75.
[2] 宫彦章,吴彩琼,曹武艳. IBA+NAA、国光生根剂对香樟根系的影响[J].广东林业科技,2011,27(4):46-49.

[3] 闫海霞,卢家仕,黄昌艳,等.萘乙酸和吲哚丁酸对月季扦插成活效果的影响[J].南方农业学报,2013,44(11):1870-1873.
[4] 耿云芬,李永鹏,马赛宇,等.萘乙酸和吲哚丁酸对濒危树种景东翅子树插穗生根的影响[J].中南林业科技大学学报,2013,33(9):14-17.
[5] 罗敬东,唐雪辉,刘兴乐,等.吲哚丁酸和萘乙酸对黄槐嫩枝扦插的影响[J].安徽农业科学,2009,37(6):2495-2496.
[6] 俞海君.吲哚丁酸和萘乙酸在茶树短穗扦插上的应用效果[J].热带农业科技,2004,27(1):18-20.
[7] 王建凤,黄生福.不同浓度的吲哚丁酸和萘乙酸对中国沙棘雌株嫩枝扦插的影响[J].安徽农业科学,2010,38(11):5578-5579.
[8] 周群英,谢耀坚,何国达,等.不同生根剂对含笑扦插繁殖的生根效果分析[J].广东林业科学,2005,21(1):31-33.
[9] 龚弘娟,李洁维,蒋桥生,等.不同植物生长调节剂对中华猕猴桃扦插生根的影响[J].广西植物,2008,28(3):359-362.
[10] 杜涓,叶航,宫静静,等.长柄扁桃绿枝扦插生根试验[J].中国果实,2009(3):30-32.
[11] 王娅丽,王钰,许楠.长柄扁桃扦插繁育技术研究[J].林业实用技术,2013(1):39-40.
[12] 曾武,程建勤,林锦容,等.不同生根剂及基质处理对桉楠扦插生根的影响[J].林业与环境科学,2015,31(6):57-60.
[13] 彭健.珍稀濒危植物掌叶木种子超干贮藏生理生化特性研究[D].南宁:广西大学,2013.
[14] KING J S, THOMAS R B, STRAIN B R. Morphology and tissue quality of seedling root systems of *Pinus teada* and *Pinus ponderosa* as affected by varying CO₂, temperature and nitrogen[J]. Plant and Soil, 1997, 195: 107-119.
[15] 彭少兵,孟显光,何西凤.不同药剂处理对金叶接骨木扦插生根的影响[J].西北林学院学报,2010,25(1):95-96.
[16] 柯存祥.不同处理对四季秋海棠扦插生根的影响研究[J].中国农学通报,2006,22(4):333-334.
[17] LAPLAZE L, BENKOVA E, CASIMIRO I, et al. Cytokinins act directly on lateral root founder cells to inhibit root initiation[J]. Plant Cell, 2007, 19(12): 3889.
[18] 赵建文.浅谈提高扁桃树移植成活率的措施[J].广西热带农业,2009(4):69-70.