

# 植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长的影响\*

黄锦荣<sup>1</sup> 邓春亮<sup>2</sup> 朱昔娇<sup>1</sup> 张冬生<sup>1</sup>  
王溢豪<sup>1,3</sup> 谢俊龙<sup>1,3</sup> 谢金兰<sup>1</sup> 林创标<sup>4</sup>

(1. 梅州市农林科学院林业研究所, 广东 梅州 514011; 2. 嘉应学院, 广东 梅州 514015;  
3. 广东环境保护工程职业技术学院, 广东 佛山 528216; 4. 梅州市林业局种苗站, 广东 梅州 514021)

**摘要** 采用双吉尔(生根粉)GGR、茶乙酸NAA和吲哚丁酸IBA3种植物生长调节剂,分别设置50、100、150、200、250、300 mg·L<sup>-1</sup> 6个梯度浓度溶液浸泡处理五指毛桃 *Ficus hirta* 插条基部8 h,以清水处理作为对照,研究不同浓度的植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长的影响。研究表明:3种植物生长调节剂的各种浓度处理对五指毛桃扦插生长存活具有不同程度的促进作用,其中,GGR 150 mg·L<sup>-1</sup>处理的插穗长势良好、根系发达、存活率最高,达89.67%,比对照组提高了48.00个百分点,且GGR处理的浓度为100~200 mg·L<sup>-1</sup>时,插穗存活率可达80%以上;其次是NAA 100 mg·L<sup>-1</sup>处理的插穗存活率达85%,比对照组提高了43.33个百分点;而IBA最好的浓度水平为50 mg·L<sup>-1</sup>,插穗存活率为83.67%,比对照组提高了42.00个百分点。从整体上看,GGR的促进效果比NAA和IBA好,NAA和IBA的较低浓度处理促进插穗生长存活效果显著,但当处理浓度为250 mg·L<sup>-1</sup>以上时,促进效果较差,存活率偏低。

**关键词** 五指毛桃; 插穗; 植物生长调节剂; 浓度; 存活率

中图分类号: S722.5 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053(2021)02-0070-06

## Effect of Plant Growth Regulators on Growth of *Ficus hirta* Cuttings

HUANG Jinrong<sup>1</sup> DEGN Chunliang<sup>2</sup> ZHU Xijiao<sup>1</sup> ZHANG Dongsheng<sup>1</sup>  
WANG Yihao<sup>1,3</sup> XIE Junlong<sup>1,3</sup> XIE Jinlan<sup>1</sup> LIN Chuangbiao<sup>4</sup>

(1. Institute of Forestry, Meizhou Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Meizhou, Guangdong 514011, China; 2. Jiaying University, Meizhou, Guangdong 514015, China; 3. Guangdong Polytechnic of Environmental Protection Engineering, Foshan, Guangdong 528216, China; 4. Seedling Station of Meizhou Forestry Bureau, Meizhou, Guangdong 514021, China)

**Abstract** In this paper, the base of *Ficus hirta* cuttings were respectively immersed in the solution of plant growth regulators with GGR, NAA and IBA, each hormone was set 6 concentration gradients 50, 100, 150, 200, 250 and 300 mg·L<sup>-1</sup> for 1 hour. With water treatment without adding any plant growth regulator as contrast, the effects of different plant growth regulators concentration treatments on growth of *F. hirta* cuttings were studied. The results showed that different concentrations of three plant growth regulators could promote the growth and survival of *F. hirta* cuttings to different degrees. Among them, the cuttings treated with GGR 150 mg·L<sup>-1</sup> grew well, had developed roots and the highest survival rate, which was 89.67%, 48.00% higher than the control group, and the survival rate of the cuttings reached more than 80% when the GGR concentration was between 100 - 200 mg·L<sup>-1</sup>. The cuttings treated with NAA 100 mg·L<sup>-1</sup> had the second highest survival rate, which arrived at 85%, 43.33% higher than the control group. The optimal concentration of IBA was 50 mg·L<sup>-1</sup>, and the survival rate

\* 基金项目: 2019年广东省科技专项资金项目(2019A0103004), 2019年广东省地方标准项目(2019-DB-28), 嘉应学院教学改革项目(JYJG20170201)。

第一作者: 黄锦荣(1972—), 男, 高级工程师, 主要从事林木良种选育研究, E-mail: hjr4562@126.com。

通信作者: 邓春亮(1984—), 女, 讲师, 主要从事数理统计研究, E-mail: liang\_8401@163.com。

of the cuttings was 83.67%, 42.00% higher than the control group. On the whole, GGR worked better than NAA and IBA. For NAA and IBA, the treatment with lower concentration could significantly promote the growth and survival of the cuttings. But when the concentration of NAA and IBA was more than  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , the survival rate of the cuttings was low, which indicated that the treatment of NAA and IBA with high concentration had a poor effect on the cuttings growth.

**Key words** *Ficus hirta*; cuttings; plant growth regulator; concentration; survival rate

五指毛桃 *Ficus hirta*, 是桑科榕属植物, 又名粗叶榕, 五爪龙、五指牛奶、土北芪等<sup>[1-2]</sup>, 主要产于广东、广西、云南等地。五指毛桃是一种食药同源的植物, 其根入药, 具有健脾利湿、益气舒筋的功效, 主要用于脾虚浮肿、食少无力、肝炎、肺癆咳嗽、盗汗、风湿痹痛、产后无乳等症<sup>[3-5]</sup>。五指毛桃也是华南地区常见的“煲汤料”, 有“广东人参”之称, 民间常用来煲鸡汤, 煲猪脚等<sup>[5-7]</sup>。近年来, 随着人们保健意识的提高, 五指毛桃越来越受人青睐, 现已作为重要配方药被开发制成了多种中药制剂, 还被开发成多种药膳及保健品。随着市场需求的日益上升, 野生资源日渐减少, 加之民间乱采滥挖等, 导致野生资源濒临枯竭<sup>[5-6]</sup>。目前, 广东、广西等地已有一定规模的人工种植供应市场, 然而随着五指毛桃系列产品的深入开发, 现有的人工种植产量依然难以满足市场需求<sup>[7-8]</sup>。因此, 开展五指毛桃繁殖技术, 推广民间家种以满足市场的需要势在必行。

目前, 国内现行的五指毛桃繁殖技术主要有: 种子育苗、扦插育苗和组织培养育苗<sup>[9-16]</sup>。种子育苗技术较为繁琐, 对温度和湿度的控制要求较高, 存活率低; 组织培育虽有快繁、高产的优点, 但必须遵从严格的实验程序, 需在无菌环境下进行; 扦插繁殖作为应用最为广泛的无性繁殖方法, 具有简单易行、繁殖系数高、苗木初期生长快的优点, 这对于野生资源紧缺的五指毛桃来说, 无疑是一种有效的方法。然而五指毛桃的枝条具中空特性, 扦插初期易染病死亡, 且存活率受季节影响较大<sup>[10]</sup>。詹月星和林韶湘<sup>[11]</sup>研究了使用  $40\sim 50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 IBA (吲哚丁酸  $1 \text{ g} + 100 \text{ mL}$  酒精溶解 +  $20\sim 25 \text{ kg}$  水, 浸枝深度  $3\sim 4 \text{ cm}$ , 浸泡时间  $4\sim 6 \text{ h}$ ) 处理插穗, 在育苗袋中盛装砂质土、肥土和黄泥土等 3 种情形下的棚内扦插试验, 分别得到了 50% 左右、30% 左右和 80% 以上的存活率。为进一步提高扦插育苗的出苗率及存活率,

李娟等<sup>[12]</sup>研究了在荫蔽度高达 90% 的胶园中进行五指毛桃的扦插育苗, 得到出苗率和存活率均达 100%, 但其要求在荫蔽度大约为 90% 的橡胶林中进行, 这在很多场合难以实现。

本文在参考大量植物扦插试验研究文献<sup>[17-22]</sup>的基础上, 研究不同浓度植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长的影响, 以期能为推广五指毛桃移植家种提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 插穗准备 试验于 2017 年 3 月 11 日至 2017 年 11 月 14 日在梅州市农林科学院林业研究所三角地苗圃场 ( $116^{\circ}7'29''\text{E}\sim 116^{\circ}7'33''\text{E}$ ,  $24^{\circ}15'4''\text{N}\sim 24^{\circ}15'12''\text{N}$ ) 进行。在春天雨水充足的季节, 选取梅州市大埔县世源农业生态有限公司在西河镇水祝村的五指毛桃种植基地 ( $116^{\circ}51'14''\text{E}\sim 116^{\circ}51'50''\text{E}$ ,  $24^{\circ}23'53''\text{N}\sim 24^{\circ}24'17''\text{N}$ ) 两年生植株, 择取外皮呈褐色、被黄褐色短硬毛、未萌芽、节密、无损伤、无病虫害的粗壮枝条作为扦插条。修剪插穗时剪去叶片, 上下各留 1 个茎节, 上下两端剪口勿破裂, 剪口斜面离茎节  $1.5\sim 2 \text{ cm}$ , 同时注意不要损坏上端的芽, 插穗长度为  $10\sim 15 \text{ cm}$ 。修剪好的穗条上剪口用石蜡封闭, 封闭后每 10 枝捆成 1 捆, 并让下剪口齐平, 再用 50% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液浸泡下剪口  $10\sim 15 \text{ s}$ , 进行灭菌处理。

1.1.2 插床准备 选择向阳背风、疏松肥沃、排水能力良好的砂质土壤地块用遮阳网搭建育苗棚, 以黄心土作为扦插基质, 整理成宽约  $1 \text{ m}$ 、高约  $15\sim 20 \text{ cm}$  的插床, 并在扦插前两天, 用 50% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液淋透基质, 进行灭菌处理。

1.1.3 植物生长调节剂准备 植物生长调节剂, 选用双吉尔 (生根粉) GGR、萘乙酸 NAA、吲哚丁酸 IBA。

## 1.2 试验设计

采用完全随机设计的两因子析因设计, 其中, 植物生长调节剂因子设置 3 个种类: GGR、NAA、IBA; 质量浓度因子设置 6 个水平: 50、100、150、200、250、300 mg · L<sup>-1</sup>, 两因子共形成 18 种处理组合, 并以无添加任何植物生长调节剂的清水组作为对照。用配制好的不同浓度植物生长调节剂溶液浸泡插穗基部, 各处理 50 支插穗, 浸泡时间为 8 h, 并进行 3 次重复。

## 1.3 扦插方法及扦插后管理

采用直插法, 株行距约为 10 cm × 10 cm, 扦插深度为 6~8 cm。先用细木棍在基质中扎出深约 8 cm 的孔, 再将插穗放入孔中, 然后压实插穗四周基质, 扦插完成后, 立即浇透水, 并遮盖塑料薄膜保湿。扦插初期, 早晚各浇 1 次水, 可根据天气变化及基质水分灵活调节, 温度控制在 20~30℃, 湿度保持在 90% 左右。扦插后每隔 7 d 左右, 交替喷施多菌灵和代森锰锌 0.15% 用于杀虫除菌。扦插 1 个月后, 大部分插穗已经生根, 逐渐减少浇水次数, 降低湿度, 逐渐掀去塑料薄膜炼苗, 增加光照和通风, 并保证基质湿润。

## 1.4 指标测算与数据整理

扦插 2 个月后, 于 2017 年 5 月 11 日, 测量计算各处理扦插苗的抽梢率、梢数、梢长和叶片数等 4 项指标结果 (各处理 3 个重复的平均值); 扦插 8 个月后, 于 2017 年 11 月 14 日, 测量计算各处理 3 个重复扦插苗的存活率、根数、根长等 3

项指标结果 (3 个重复的平均值)。本试验指标及指标含义见表 1。

## 1.5 分析方法

试验数据经 Excel 整理好后, 利用 SPSS 19.0 软件对数据进行方差分析, 并采用 Duncan 法对每种植物生长调节剂不同浓度间的指标结果进行多重比较, 以筛选出对五指毛桃扦插生长最佳的植物生长调节剂浓度组合。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长影响的方差分析

为检验不同处理间五指毛桃扦插苗的生长差异, 同时为减少检验第一类错误的发生, 分别对扦插 2 个月后的 4 项指标和扦插 8 个月后的 3 项指标进行两因子析因设计的多元方差分析。为确保结果的准确性, 在方差分析前, 对方差分析的前提假设 (正态性和方差齐性) 进行验证。

通过验证, 扦插 2 个月后, 扦插苗的 4 项生长指标 (抽梢率、梢数、梢长和叶片数) 均满足正态性和方差齐性。方差分析结果见表 2, 由表 2 可知, 植物生长调节剂因子间的 4 项生长指标中, 除叶片数外, 其余 3 项指标的显著性概率 *P* 值均小于 0.05, 说明 3 种不同植物生长调节剂间的插穗抽梢率、梢数和梢长具有显著差异, 而叶片数差异不显著; 而浓度因子的 4 项生长指标的显著性概率 *P* 值均小于 0.05, 说明 6 种不同浓度的抽

表 1 指标及指标含义

Table 1 Indicators and their meanings

指标 Index	指标含义 Index meaning
抽梢率 / % Shoots rate	每一处理下抽梢的插条的数量 / 该处理下的插条总数 The number of the cuttings with sprouting for each treatment / The total number of cuttings for the treatment
梢数 / 支 Shoots	每一处理下每支插条抽出的新梢数量的平均数 The average of the new shoots drawn from each cutting for each treatment
梢长 / cm Shoot length	每一处理下每支插条抽出的新梢长度的平均值 The average length of the new shoots drawn from each cuttings for each treatment
叶片数 / 片 Leaf number	每一处理下每支插条新长出的叶片数量的平均数 The average of the new leaves grown from each cutting for each treatment
存活率 / % Survival rate	每一处理下存活的插条的数量 / 该处理下的插条总数 The number of the survival cuttings for each treatment / The total number of cuttings for the treatment
根数 / 条 Root number	每一处理下每支插条生出的根的平均数 The average of the roots produced by each cutting for each treatment
根长 / cm Root length	每一处理下每支插条生出的根的平均长度 The average length of the roots produced by each cutting for each treatment

表 2 五指毛桃扦插苗生长指标双因子方差分析结果  
Table 2 Results of two-factor variance analysis of growth indexes of *Ficus hirta* cuttings

因子 Factor	检验值 Test value	2 个月后的测量指标 The measurements after 2 months				8 个月后的测量指标 The measurements after 8 months		
		抽梢率 Shoots rate	梢数 Shoots number	梢长 Shoot length	叶片数 Leaf number	存活率 Survival rate	根数 Root number	根长 Root length
植物生长 调节剂	<i>F</i>	30.320*	8.741*	9.304*	0.477	22.132*	8.473*	4.828*
	<i>P</i>	0.000	0.001	0.000	0.624	0.000	0.001	0.012
浓度	<i>F</i>	16.043*	8.334*	10.530*	4.833*	15.911*	9.532*	12.851*
	<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000

注：表中带“\*”的 *F* 值，对于植物生长调节剂，表示大于显著性水平为 0.05 的临界值  $F_{0.05}(2,48)=3.191$ ；对于浓度，表示大于显著性水平为 0.05 的临界值  $F_{0.05}(5,48)=2.409$ ，说明不同植物生长调节剂间或不同浓度间的指标具有显著差异。

Note: for plant growth regulators, the value of *F* with “\*” in the table indicates it greater than  $F_{0.05}(2,48)=3.191$ ; for the concentration, it represents it greater than  $F_{0.05}(5,48)=2.409$ , indicating that the indexes of different plant growth regulators or different concentrations were significantly different.

梢率、梢数、梢长和叶片数均存在显著差异。

扦插 8 个月后，扦插苗的 3 项指标（存活率、根数和根长）均满足方差分析前提假设。方差分析结果见表 2，由表 2 可知，植物生长调节剂因子和浓度因子的 3 项生长指标的显著性概率 *P* 值均小于 0.05，说明不同植物生长调节剂间及不同浓度间插穗的存活率、根数和根长均具有显著差异。

## 2.2 不同植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长的影响

为进一步分析不同植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长的影响，对每一种植物生长调节剂不同浓度间的指标结果进行单因素方差分析，具体指标结果及方差分析结果见表 3。

2.2.1 GGR 对五指毛桃扦插生长的影响 由表 3 可知，GGR 各种浓度处理的插穗 7 项生长指标结果均显著高于对照组。各项指标不同浓度间的方差分析结果，*F* 值均大于临界值，差异显著，具体差异见表 3 中的多重比较结果，见字母标示。显然随着 GGR 处理浓度的升高，各项生长指标结果先升高后降低，当 GGR 浓度为  $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时，各项指标均达到了最大值，且均高于 NAA 和 IBA 各种浓度水平的结果。另外多重比较结果显示，此浓度水平的各项指标结果与 GGR 其它浓度水平结果差异显著，扦插苗生长整齐、长势良好、根系发达，特别是扦插 8 个月后的存活率高达 89.67%，比对照组（41.67%）高出 48 个百分点。其次，GGR  $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的插穗存活率达 84.67%。再次是 GGR  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的插穗存活率达 80.33%。GGR 存活率最低的处理是

$300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，插穗存活率为 63.33%，但此时其他指标结果还是明显高于对照组。可见，GGR 的 6 种浓度处理均可有效促进五指毛桃的扦插生长，其中最佳浓度是  $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.2.2 NAA 对五指毛桃扦插生长的影响 由表 3 可知，NAA 处理的插穗 7 项生长指标，除个别浓度外，多数浓度结果显著高于对照组，且不同浓度间的方差分析结果差异显著。与 GGR 相似，随着 NAA 处理浓度的升高，各项生长指标呈先升高后降低的趋势。但与 GGR 不同，当 NAA 浓度为  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时，各项指标已达到了最大值，其中扦插 8 个月后的存活率达 85%，略低于 GRR 最好的浓度水平  $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的结果，多重比较结果显示，此结果与 NAA 其他浓度结果差异显著。随后，指标结果随着 NAA 处理浓度的升高而不断下降，当处理浓度升高到  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  以上时，多数指标结果与对照组差别不明显，特别是在  $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时，扦插苗的平均梢长 5.02 cm，已低于对照组结果 5.23 cm，其余指标如抽梢率、梢数、梢长、根数和根长也明显降低，存活率只有 42.33%，与对照组 41.67% 基本相当。从而可知，NAA 在促进五指毛桃扦插生长的使用中浓度不宜超过  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，在本次试验中 NAA 的最佳浓度是  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.2.3 IBA 对五指毛桃扦插生长的影响 由表 3 可知，IBA 处理的插穗 7 项生长指标随着处理浓度的升高而不断降低，且各指标不同浓度间的方差分析结果差异显著。其中，IBA  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的各项指标结果显著优于其他浓度水平结果，其中扦插 8 个月后的插穗存活率达 83.67%，比对

表3 不同浓度植物生长调节剂处理下五指毛桃生长指标观测值及方差分析结果

Table 3 Growth indexes observations of *Ficus hirta* treated with different concentrations of plant growth regulators and results of ANOVA

生长调节剂 Growth regulators	浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> ) Concentration	2个月后的测量指标 The measurements after 2 months				8个月后的测量指标 The measurements after 8 months		
		抽梢率/% New shoots rate	梢数/支 New shoots numbers	梢长/cm New shoots length	叶片数/片 Leaf number	存活率/% Survival rate	根数/条 Root number	根长/cm Root length
GGR	50	76.00 ± 5.57cd	1.96 ± 0.22b	7.24 ± 0.40cd	2.24 ± 0.46bc	73.00 ± 6.24c	7.25 ± 0.3b	8.24 ± 0.62de
	100	82.67 ± 3.51abc	2.23 ± 0.36ab	7.83 ± 0.88bc	2.44 ± 0.40abc	80.33 ± 3.06bc	8.42 ± 0.82a	9.67 ± 0.49c
	150	91.33 ± 4.51a	2.82 ± 0.43a	9.50 ± 0.81a	2.99 ± 0.54a	89.67 ± 3.06a	9.40 ± 0.79a	11.93 ± 0.20a
	200	86.33 ± 4.16ab	2.42 ± 0.46ab	8.98 ± 0.79ab	2.91 ± 0.45ab	84.67 ± 5.13ab	9.12 ± 0.56a	10.77 ± 0.52b
	250	77.67 ± 6.03bcd	1.78 ± 0.41b	7.05 ± 0.86cd	1.89 ± 0.24c	76.33 ± 4.51bc	6.82 ± 0.43b	8.88 ± 0.69cd
	300	69.67 ± 7.51d	1.95 ± 0.20b	6.43 ± 0.36d	1.86 ± 0.10c	63.33 ± 7.51d	6.33 ± 0.66bc	7.83 ± 0.55e
	CK	44.00 ± 3.61e	1.13 ± 0.14c	5.23 ± 0.33e	1.75 ± 0.35c	41.67 ± 4.04e	5.41 ± 0.77c	6.34 ± 0.73f
	F值	27.198	7.442	14.149	5.051	30.718	16.019	33.006
NAA	50	66.00 ± 4.36c	1.99 ± 0.26ab	6.8 ± 0.43c	2.28 ± 0.61ab	64.67 ± 7.23b	6.61 ± 0.71bc	8.78 ± 0.43bc
	100	84.33 ± 5.03a	2.53 ± 0.52a	8.67 ± 0.44a	2.92 ± 0.38a	85.00 ± 2.65a	9.03 ± 0.30a	11.00 ± 0.93a
	150	76.00 ± 4.58b	2.24 ± 0.35a	7.76 ± 0.60ab	2.47 ± 0.34ab	76.33 ± 3.51a	7.52 ± 0.49b	9.59 ± 0.63b
	200	61.33 ± 3.51c	1.59 ± 0.37bc	6.31 ± 0.78cd	2.23 ± 0.37ab	59.33 ± 5.03b	6.60 ± 0.45bc	8.66 ± 0.82bc
	250	50.33 ± 6.03d	1.40 ± 0.13c	5.56 ± 0.74de	1.86 ± 0.15b	45.67 ± 5.51c	6.32 ± 0.91cd	7.80 ± 0.64cd
	300	47.67 ± 5.51d	1.26 ± 0.22c	5.02 ± 0.60e	1.98 ± 0.42b	42.33 ± 6.66c	5.87 ± 0.33cd	6.95 ± 0.62de
	CK	44.00 ± 3.61d	1.13 ± 0.14c	5.23 ± 0.33e	1.75 ± 0.35b	41.67 ± 4.04c	5.41 ± 0.77d	6.34 ± 0.73e
	F值	30.568	8.608	16.428	3.083	32.842	11.666	15.345
IBA	50	82.33 ± 3.51a	2.44 ± 0.28a	8.47 ± 0.66a	2.81 ± 0.32a	83.67 ± 3.79a	8.98 ± 0.78a	10.48 ± 0.81a
	100	72.33 ± 6.66b	2.18 ± 0.43a	7.63 ± 0.80ab	2.64 ± 0.23ab	69.67 ± 7.57b	7.46 ± 0.65b	9.38 ± 1.06ab
	150	63.67 ± 6.03c	1.57 ± 0.17b	6.92 ± 0.74cd	2.13 ± 0.27bc	60.67 ± 6.51bc	6.49 ± 0.46bc	9.08 ± 0.69ab
	200	58.33 ± 5.03c	1.38 ± 0.31b	5.92 ± 0.56de	1.97 ± 0.33c	56.33 ± 8.74c	6.26 ± 0.69c	8.71 ± 0.63b
	250	46.00 ± 3.61d	1.25 ± 0.22b	5.63 ± 0.33e	2.05 ± 0.26bc	42.33 ± 4.51d	5.35 ± 0.38cd	7.08 ± 0.89c
	300	40.00 ± 5.00d	1.08 ± 0.12b	5.71 ± 0.38e	1.89 ± 0.55c	36.00 ± 6.56d	5.06 ± 0.57d	6.43 ± 0.50c
	CK	44.00 ± 3.61d	1.13 ± 0.14b	5.23 ± 0.33e	1.75 ± 0.35c	41.67 ± 4.04d	5.41 ± 0.77cd	6.34 ± 0.73c
	F值	30.874	12.698	13.248	3.935	22.892	14.726	12.832

注：表中数据为均值 ± 标准差 (n=150)。同一列不同字母者表示在 0.05 水平上差异显著。F<sub>0.05</sub>(6,14)=2.848。

Note: the data in the table are mean ± standard deviation (n=150), different letters in the same column showed significant differences at the 0.05 level. F<sub>0.05</sub>(6,14)=2.848.

对照组高出 42.00 个百分点。但随着 IBA 处理浓度的升高, 各项指标结果明显下降, 当 IBA 浓度在 250 mg·L<sup>-1</sup> 以上时, 各项指标结果明显偏低, 根数少、根长短、存活率低, 特别是当 IBA 浓度为 300 mg·L<sup>-1</sup> 时, 扦插苗的根数和存活率都低于对照组。说明, 250 mg·L<sup>-1</sup> 以上的 IBA 对五指毛桃的扦插生长具有抑制作用, 不利于根的生长, 影响扦插苗的存活, 本次试验中 IBA 的最佳浓度是 50 mg·L<sup>-1</sup>。

### 3 结论与讨论

本试验研究植物生长调节剂对五指毛桃扦插

生长的影响, 考虑到五指毛桃枝条具中空特性, 扦插初期易染病死亡, 因此本试验一方面, 在扦插前 2 天对插床基质用 50% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍溶液淋透, 进行灭菌处理; 另一方面对插穗上剪口用石蜡封闭, 防止插穗水分蒸发, 下剪口用 50% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液浸泡 10~15 s 进行灭菌处理, 从而有效防止了插条扦插初期的病患。

为研究不同浓度植物生长调节剂对五指毛桃扦插生长的影响, 本试验选用了 GGR、IBA 和 NAA 等 3 种植物生长调节剂, 分别设置 6 种浓度溶液处理五指毛桃插穗。研究结果表明, 3 种植

物生长调节剂处理的五指毛桃 7 项生长指标, 除叶片数不具有显著差异外, 其他 6 项指标差异显著, 且各项指标在 6 种浓度间差异显著。说明, 3 种植物生长调节剂不同浓度处理对五指毛桃扦插苗的生长起着不同程度的促进作用。从整体上看, GGR 各种浓度处理的扦插苗各项生长指标结果表现良好, 说明本次试验中所用的 6 种浓度 GGR 溶液均可有效促进五指毛桃插穗的生长, 其中, GGR  $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的促进效果最佳, 此时扦插苗生长整齐、长势良好、根系发达, 存活率达 89.67%, 比对照组提高了 48.00%。但 GGR 处理的各项指标结果随处理浓度的升高, 呈先升高后降低的趋势, 因此, 选用 GGR 时, 浓度不宜过高也不宜过低, 较适宜的区间为  $100\sim 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 存活率可达 80% 以上。本次试验中 NAA 和 IBA 在较低浓度下的表现良好, 它们最好的浓度水平分别为  $100$  和  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 存活率分别为 85.00% 和 83.67%, 分别比对照组提高了 43.33 和 42.00 百分点, 但 NAA 和 IBA 在较高浓度水平下的效果欠佳, 且随着浓度的增加, 各项指标都在不同程度的下降, 特别是存活率偏低, 说明较高浓度的 NAA 和 IBA, 比如  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  以上, 则不适合促进五指毛桃的扦插生长。

综上所述, 本次试验各种植物生长调节剂均有其最佳浓度, 分别是 GGR 150、NAA 100 和 IBA  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。从整体上看, GGR 的效果显著优于 NAA 和 IBA。另外, 就存活率而言, IBA  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的结果与詹月星和林韶湘<sup>[11]</sup>使用  $40\sim 50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 IBA 的试验结果基本相当, 但本文试验未使用营养袋, 成本更低, 更适合民间推广种植。

最后, 本试验只研究了不同种类和浓度的植物生长调节剂处理对五指毛桃扦插生长的影响, 并未探讨不同处理时间、不同扦插基质及不同种类植物生长调节剂间的交互作用对五指毛桃扦插生长的影响, 因此结果具有一定的局限性, 在以后的研究中, 可进一步研究不同处理时间, 不同扦插基质及两种或多种植物生长调节剂联合作用对五指毛桃扦插生长的影响。

### 参考文献

[1] 王伟伟, 王琳. 五指毛桃的研究进展[J]. 中国中医药咨讯, 2011, 3(21): 64-65.

- [2] 王伟伟, 陈瑶. 五指毛桃的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国民族民间医药, 2013, 22(3): 41-42.
- [3] 现代中药学大词典编委会. 现代中药学大词典[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 371.
- [4] 梅全喜. 广东地产药材研究[M]. 1版. 广州: 广东科技出版社, 2011: 184-186.
- [5] 林慧, 梅全喜, 曾聪彦. 五指毛桃及其制剂在临床中的应用[J]. 中国药房, 2013(15): 96-97.
- [6] 劳景莉, 于旭东, 蔡泽坪, 等. 五指毛桃化学成分和药理作用研究进展[J]. 热带农业科学, 2018, 5(38): 82-87.
- [7] 董青松, 闫志刚, 韦树根, 等. 五指毛桃种子生物学特性研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 278-280.
- [8] 洪维, 郑妍, 张干荣, 等. 碳汇林套种五指毛桃的林下经济经营模式研究: 以广东省九连山林场五指毛桃特色经济林基地为例[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(3): 103-107.
- [9] 韦荣昌. 五指毛桃种植关键技术[J]. 农业研究与应用, 2016(2): 63-65.
- [10] 劳景莉, 方艺, 杜明, 等. 五指毛桃繁殖技术的研究进展[J]. 热带农业科学, 2017, 37(7): 80-84.
- [11] 詹月星, 林韶湘. 五指毛桃快速繁殖高产栽培方法: 中国, 1243660A[P]. 2000-2-9.
- [12] 李娟, 林位夫, 周立军, 等. 五指毛桃胶园简易扦插育苗法试验研究[J]. 中国热带农业, 2014(5): 56-58.
- [13] 苏钰琴. 五指毛桃种苗繁育技术研究[J]. 现代农业科技, 2017(3): 63; 66.
- [14] 李林轩, 吴庆华, 蔡锦源, 等. 五指毛桃组织培养获得再生植株的研究[J]. 中草药, 2014, 45(17): 2547-2551.
- [15] 陶瑜, 劳景莉, 于旭东, 等. 不同激素对五指毛桃离体再生的影响[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2019, 55(4): 528-533.
- [16] 梁春辉, 黄敏, 黎土英, 等. 不同外植体和激素配比对五指毛桃愈伤组织诱导的影响[J]. 园艺与种苗, 2014(10): 7-9.
- [17] 黄意成, 郑海, 袁亮, 等. 黑老虎扦插繁殖技术研究[J]. 海峡药学, 2018, 30(5): 18-20.
- [18] 陈庆生, 周鹏, 张敏, 等. 激素和插穗处理对乌饭树扦插生根的影响[J]. 东北林业大学学报, 2016, 44(4): 41-43; 47.
- [19] 孙苗苗, 王伟, 倪建中, 等. 植物生长调节剂对4种杜鹃花扦插生根的影响[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(2): 110-114.
- [20] 曾武, 程建勤, 林锦容, 等. 不同生根剂及基质处理对桢楠扦插生根的影响[J]. 林业与环境科学, 2015, 31(6): 57-60.
- [21] 胡杏, 程仁武, 倪建中, 等. 不同生长调节剂对蝶花菜莲扦插生根的影响[J]. 林业与环境科学, 2018, 34(2): 69-72.
- [22] 杨乐, 岳春雷, 李贺鹏, 等. 扦插时间和基质对条叶榕扦插繁育的影响[J]. 林业与环境科学, 2018, 34(3): 73-77.