

# 母株年龄和生长调节剂对俄罗斯 大果沙棘嫩枝扦插生根的影响

杨立学<sup>1</sup> 王海南<sup>2</sup> 范 晶<sup>3</sup>

(1 东北林业大学林学院 2 东北林业大学野生动物资源学院 3 黑龙江大学农业资源与环境学院)

**摘要:** 研究了母株年龄、植物生长调节剂与其浓度对俄罗斯大果沙棘嫩枝扦插生根效果的影响。结果表明: 所有因素对插穗生根率、生根数与平均根长均影响极显著 ( $P < 0.01$ ); 母株年龄为 1 年生插穗的生根效果好于 2 年生, 植物生长调节剂 NAA 优于 IBA 与 ABT<sub>2</sub>, 植物生长调节剂的浓度以 200 mg/L 为最佳。使用 200 mg/L 的 NAA 处理 1 年生大果沙棘的嫩枝插穗 30 min 可以达到最优的生根效果, 生根率、生根数与平均根长分别为 88.87%、10.8 条/穗和 10.47 cm。同时, 因素之间的交互效应对大果沙棘的嫩枝扦插生根具有显著影响, 母株年龄与植物生长调节剂的交互效应显著影响大果沙棘扦插的生根率, 植物生长调节剂种类与浓度、母株年龄与植物生长调节剂浓度的交互效应对大果沙棘扦插的生根率、生根数与平均根长均具有极显著影响。母株年龄与植物生长调节剂与浓度的交互效应对生根率具有极显著影响。

**关键词:** 俄罗斯大果沙棘; 嫩枝扦插; 植物生长调节剂; 母株年龄

中图分类号: S718.43 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2011)06-0107-05

YANG Li-xue<sup>1</sup>; WANG Hai-nan<sup>2</sup>; FAN Jing<sup>3</sup>. **Effects of donor tree ages and plant growth regulators on the softwood cutting propagation of *Hippophae rhamnoides*.** *Journal of Beijing Forestry University* (2011) 33(6) 107-111 [Ch, 27 ref.]

1 College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin, 150040, P. R. China;

2 College of Wildlife, Northeast Forestry University, Harbin, 150040, P. R. China;

3 College of Agricultural Resources and Environment, Heilongjiang University, Harbin, 150040, P. R. China.

The rooting effects of donor plant age, plant growth regulators and their concentrations on stem cuttings from Russian seabuckthorn were investigated. The factors mentioned above were highly significant ( $P < 0.01$ ) for all studied parameters and the rooting effects of stem cuttings from 1-year-old donor tree were better than from 2-year-old one. NAA was more effective than IBA and ABT<sub>2</sub> among plant growth regulators and the 200 mg/L concentration of plant growth regulator was the best. Overall, applying 200 mg/L concentration of NAA to treat 1-year-old donor tree cuttings for 30 min could achieve the best rooting, with the rooting rate, root number and average root length being 88.87%, 10.8 item/panicle and 10.47 cm, respectively. Meanwhile, the interaction among the factors also had significant effects on rooting of softwood cuttings. The interactive effects of donor age  $\times$  plant growth regulators were significant for percent rooting. The interactive effects of plant growth regulators  $\times$  concentration and age  $\times$  plant growth regulator concentration were highly significant for percent rate, root number and average root length. The interactive effects of donor tree age  $\times$  the concentration of plant growth regulators  $\times$  plant growth regulators were highly significant for rooting rate of *H. rhamnoides*.

**Key words** Russian seabuckthorn; softwood cutting; plant growth regulator; age of donor plant

沙棘 (*Hippophae rhamnoides*) 是胡颓子科 灌木, 适应性强、成活率高、生长快, 具有保持水土、  
(Elaeagnaceae) 沙棘属 (*Hippophae*) 的多年生落叶 改良土壤及促进生态平衡等作用, 具有很高的生态

收稿日期: 2011-05-13

基金项目: 东北林业大学青年拔尖人才支持计划 (YTP-1011-14)。

第一作者: 杨立学, 副教授。主要研究方向: 种苗生理生态、林木间化感作用。电话: 0451-82191509 Email: ylx\_0813@163.com 地址: 150040 哈尔滨市和兴路 26 号东北林业大学林学院。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

和经济价值<sup>[1-6]</sup>。中国沙棘抗逆性非常强,但果小刺多,经济效益较低,而俄罗斯大果沙棘则能弥补这一缺点。俄罗斯西伯利亚地区的大果沙棘品种完全适合在我国东北地区栽培,并具有向我国西北、华北地区延伸的潜力<sup>[3]</sup>。采用无性繁殖技术,可以大量繁育优良品系,提高沙棘单位面积产量,加速品种更新换代进程。扦插是无性繁殖法中应用前景最广的方法,具有繁殖速度快、繁殖系数高、成本低的优点<sup>[7]</sup>。母株年龄、植物生长调节剂种类和质量浓度是影响植物扦插生根的重要影响因子。扦插生成的不定根来源于插穗根原始体的分化,是潜伏状态的根原始体在适宜的环境条件下解除休眠,继续发育成根原基和不定根<sup>[8]</sup>。研究表明,植物生长调节剂的刺激可以使插穗内某些酶活性提高,提高生根率,促进根系发育<sup>[9]</sup>,同时可以解除基因抑制,提高mRNA的合成,其作用往往与树种的生物学特性、母树年龄、穗条发育程度、外界环境条件等密切相关。植物生长调节剂对菲油果(*Feijoa sellowiana*)<sup>[10]</sup>、槭树科(*Aceraceae*)<sup>[11]</sup>、丹桂品种‘堰虹桂’(*Osmanthus fragrans* ‘Yanhong’)<sup>[12]</sup>等多数植物扦插生根具有促进作用。此外,肖洁凝等<sup>[13]</sup>从分子水平上研究了芒果(*Mangifera indica* Linn)不定根形成的相关基因;王晓丽等<sup>[14]</sup>对桉树(*Eucalyptus*)扦插生根和生长性状进行了QTL定位研究。

以往对俄罗斯大果沙棘扦插的研究大部分局限于插穗选择与后期管理方面,对母株年龄、生长调节剂及浓度等扦插生根影响因子研究较少<sup>[15-18]</sup>,且研究结果不一致,成效较小,难以在生产上应用。另外所有这些报道仅限于影响扦插的单一因素或双因素,缺乏对这些因素相互作用及不同年龄母株插穗对不同激素种类、浓度反应的系统认识。在以往的研究中,鲜见母株年龄、植物生长调节剂及浓度因子对大果沙棘扦插生根影响的相关研究。鉴于大果沙棘较高的经济、生态效益,本文选择俄罗斯大果沙棘杂交新育品种‘丘依斯克’为试验对象,针对以上3个因素设计实验,并研究因素间的交互效应,旨在为‘丘依斯克’嫩枝扦插提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验场地概况

孙吴县大果沙棘苗木繁育基地位于黑龙江省北部(127°40′E,49°30′N)。土壤主要以暗棕壤为主。最高气温35℃,最低气温-35℃,年平均温度0℃。年降水量450~500mm。无霜期120d左右。平均年日照可达2560.7h,有效积温在2000~2300h。

### 1.2 扦插材料与管理

‘丘依斯克’是俄罗斯西伯利亚里萨文科园艺科学研究所通过杂交途径育成的。其与我国沙棘相比具有诸多优势,如棘刺较少,果实早熟、产量高、无大小年之分,采收不破浆,耐严寒,在大田条件下抗病虫害等<sup>[19]</sup>。2007年7月上旬,按照实验设计选取‘丘依斯克’树冠中上部当年萌发的半木质化嫩枝,带顶芽,长约15~20cm,枝条顶端留3~4片叶,不伤及腋芽。将配好的激素溶液装入容器中再放入插穗,以淹没插穗基部2cm为准;扦插深度为2.5cm;试验在塑料大棚中进行,棚内温度25~30℃、空气湿度90%~100%。基质为25cm的腐殖质与土壤(体积比为1:1)混合而成,基质上层放4cm的细江沙,下层铺设30cm的炉灰渣以便排水。

### 1.3 实验设计及统计分析

选取不同母株年龄(1年生、2年生)的大果沙棘嫩枝经过3种植物生长调节剂(ABT<sub>2</sub>、IBA、NAA)、5个浓度(0、50、100、200、500mg/L)处理30min后进行扦插。各项试验均设4次重复,按随机区组排列。小区面积1.5m<sup>2</sup>,600株,株行距为5cm×5cm。扦插时间为7月7—8日。扦插后10d在每小区随机取40株定株挂牌观测,以超过调查数60%的插穗生根为准作为生根时间<sup>[20]</sup>。9月末进行生长情况调查。10月下旬分区调查不同处理插穗的生根情况,记载每个插穗的生根量和平均根长度,并计算生根率。以小区平均值进行方差分析(方差分析采用SPSS 16.0计算,生根率经反正弦变换)和LSD多重比较,研究激素种类及其不同浓度对各年龄阶段‘丘依斯克’生根的影响,并用隶属函数法<sup>[21]</sup>为不同年龄的母株扦插选配了适宜的激素种类和处理浓度。

## 2 结果与分析

### 2.1 母株年龄、植物生长调节剂及浓度对插穗生根效果的影响

不同母株年龄、植物生长调节剂及其浓度对大果沙棘生根效果的影响见表1。方差分析表明(表2),母株年龄、植物生长调节剂种类及浓度对俄罗斯大果沙棘生根率、生根量、平均根长均具有极显著影响。其中,按照对生根效果影响排列次序依次为:植物生长调节剂的浓度>母株年龄>植物生长调节剂的种类。因素的交互作用对生根效果也具有较显著的效果。双因素互作效应(A×C、B×C)对俄罗斯大果沙棘生根率、生根量及平均根长均具有极显著的效果。另外,A×B对生根率具有显著影响,3因素互作效应(A×B×C)对大果沙棘嫩枝扦插生根

表 1 母株年龄、植物生长调节剂种类及浓度对‘丘依斯克’插穗生根效果的影响

Tab. 1 Effects of donor tree age, plant growth regulators and their concentrations on the rooting of ‘Qiu Yi Si Ke’

| 年龄 /<br>a | 植物生<br>长调<br>剂种类 | 植物生长调<br>剂浓度 /<br>( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | 生根率 /<br>% | 生根数 /<br>条 | 平均根长 /<br>cm | 年龄 /<br>a | 植物生<br>长调<br>剂种类 | 植物生长调<br>剂浓度 /<br>( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | 生根率 /<br>% | 生根数 /<br>条 | 平均根长 /<br>cm |
|-----------|------------------|---|------------|------------|--------------|-----------|------------------|---|------------|------------|--------------|
| 1         | ABT <sub>2</sub> | 50  | 65.63      | 7.80       | 6.77         | 2         | ABT <sub>2</sub> | 50  | 50.33      | 5.60       | 5.07         |
| 1         | ABT <sub>2</sub> | 100   | 76.87      | 9.73       | 8.87         | 2         | ABT <sub>2</sub> | 100   | 61.57      | 7.53       | 7.17         |
| 1         | ABT <sub>2</sub> | 200   | 87.93      | 12.27      | 8.87         | 2         | ABT <sub>2</sub> | 200   | 72.63      | 10.07      | 9.13         |
| 1         | ABT <sub>2</sub> | 500   | 45.40      | 8.93       | 7.13         | 2         | ABT <sub>2</sub> | 500   | 46.43      | 6.73       | 5.43         |
| 1         | IBA              | 50  | 49.57      | 6.17       | 6.07         | 2         | IBA              | 50  | 44.93      | 3.97       | 4.37         |
| 1         | IBA              | 100   | 61.70      | 8.30       | 7.87         | 2         | IBA              | 100   | 53.80      | 6.10       | 6.17         |
| 1         | IBA              | 200   | 74.00      | 12.00      | 9.83         | 2         | IBA              | 200   | 58.70      | 9.80       | 8.13         |
| 1         | IBA              | 500   | 56.60      | 5.70       | 5.50         | 2         | IBA              | 500   | 41.30      | 3.50       | 4.13         |
| 1         | NAA              | 50  | 69.07      | 8.77       | 8.00         | 2         | NAA              | 50  | 53.77      | 6.57       | 6.30         |
| 1         | NAA              | 100   | 77.87      | 9.27       | 9.17         | 2         | NAA              | 100   | 62.57      | 9.73       | 7.47         |
| 1         | NAA              | 200   | 88.87      | 10.80      | 10.47        | 2         | NAA              | 200   | 73.57      | 7.60       | 8.77         |
| 1         | NAA              | 500   | 55.87      | 8.23       | 6.90         | 2         | NAA              | 500   | 40.57      | 6.03       | 5.20         |
| CK        |                  |   | 36.33      | 5.07       | 3.40         | CK        |                  |   | 36.33      | 5.07       | 3.40         |

率具有极显著影响,而对生根量及平均根长 2 个性状因子影响不显著。由于生根性状受植物生长调节剂浓度的影响最大,因此有必要分年龄阶段进一步研究植物生长调节剂、母株年龄与插穗生根的关系。由表 2、3 可知,母株年龄对大果沙棘嫩枝扦插的生根率、生根量、平均根长均具有极显著影响 ( $P < 0.01$ ),而植物生长调节剂的种类对以上指标均无显著影响。母株年龄与植物生长调节剂种类之间的交互效应同样无显著影响。

表 2 母株年龄、植物生长调节剂及浓度对生根效果影响的方差分析

Tab. 2 Variance analysis about rooting effects of donor tree age, plant growth regulators and their concentrations

| 处理          | df | F        |          |          |
|-------------|----|----------|----------|----------|
|             |    | 生根率      | 生根量      | 平均根长     |
| 母株年龄 (A)    | 1  | 294.5 ** | 88.4 **  | 165.1 ** |
| 植物生长调节剂 (B) | 2  | 72.3 **  | 22.2 **  | 40.1 **  |
| 浓度 (C)      | 4  | 548.2 ** | 112.4 ** | 437.8 ** |
| A × B       | 2  | 3.7 *    | 0.4      | 1.7      |
| A × C       | 4  | 20.3 **  | 6.9 **   | 12.0 **  |
| B × C       | 8  | 15.2 **  | 9.9 **   | 6.4 **   |
| A × B × C   | 8  | 6.0 **   | 1.3      | 2.1      |

注: \*\*表示极显著 ( $P < 0.01$ ), \* 表示显著 ( $P < 0.05$ )。下同。

表 3 母株年龄及植物生长调节剂种类对生根效果影响的方差分析

Tab. 3 Variance analysis about rooting effects of donor tree age and the types of plant growth regulators

| 处理          | df | F      |         |        |
|-------------|----|--------|---------|--------|
|             |    | 生根率    | 生根量     | 平均根长   |
| 母株年龄 (A)    | 1  | 9.9 ** | 11.8 ** | 7.2 ** |
| 植物生长调节剂 (B) | 2  | 2.4    | 3.0     | 1.7    |
| A × B       | 2  | 0.1    | 0.1     | 0.1    |

## 2.2 母株年龄对沙棘插穗生根的影响

通过 3 个因素分别对俄罗斯大果沙棘生根效果

进行 LSD 多重比较(表 4) 结果表明:母株年龄为 1 年生的沙棘平均生根率为 61.2%,高于 2 年生的 9.9%;生根量为 8.2 条,比 2 年生多 1.6 条,同时平均根长比 2 年生的长 1.2 cm。说明 1 年生的插穗比 2 年生的插穗对沙棘生根效果的影响更显著。

## 2.3 植物生长调节剂种类对沙棘插穗生根的影响

植物生长调节剂的使用与对照相比呈显著差异(表 4),使用 NAA 处理的大果沙棘嫩枝,其平均生根率为 59.5%,分别高于 ABT<sub>2</sub>、IBA 与对照 1.6%、8.2% 和 23.2%;使用 ABT<sub>2</sub> 处理的大果沙棘嫩枝的生根数量最多(7.9 条),其后是 NAA(7.7 条),最后是 IBA(6.6 条)。

表 4 母株年龄、植物生长调节剂及浓度对生根效果影响的 LSD 多重比较

Tab. 4 LSD multiple comparison about rooting effects of donor tree age, plant growth regulators and their concentrations

| 因素                                     | 处理               | 生根率 / % | 生根数 / 条 | 平均根长 / cm |
|--|------------------|---------|---------|-----------|
| 母株年龄                                   | 1 年生             | 61.2 a  | 8.2 a   | 7.0 a     |
|  | 2 年生             | 51.3 b  | 6.6 b   | 5.8 b     |
| 植物生长调节剂                                | ABT <sub>2</sub> | 57.9 a  | 7.9 a   | 6.8 b     |
|  | IBA              | 51.3 b  | 6.6 a   | 6.4 b     |
|  | NAA              | 59.5 a  | 7.7 a   | 7.4 a     |
|  | 对照               | 36.3 c  | 5.1 b   | 3.4 c     |
| 浓度 / ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | 50               | 55.6 c  | 6.5 c   | 6.1 c     |
|  | 100              | 65.7 b  | 8.4 b   | 7.8 b     |
|  | 200              | 76.0 a  | 10.4 a  | 9.2 a     |
|  | 500              | 47.7 d  | 6.5 c   | 5.7 c     |

注: 同列不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

## 2.4 植物生长调节剂浓度对沙棘插穗生根的影响

植物生长调节剂的浓度以 200 mg/L 效果最为显著,生根率、生根数与平均根长分别为 76.0%、10.4 条/穗与 9.2 cm。浓度在 200 mg/L 以下时,随

着浓度增高,生根效果越好。超过 200 mg/L 的浓度范围时,似乎高浓度呈现一定的毒性,对插穗生根效果有了负性影响。500 mg/L 浓度时,平均生根率、生根数量、平均根长都达到最低,分别为 47.7%、6.5 条/穗、5.7 cm(见表 4)。

2.5 隶属函数法评选不同年龄母株插穗生根的最佳处理组合

由于单一性状排序结果无法客观地评定激素处理对扦插生根综合效果的影响,因此采用隶属函数

法分年龄综合评价不同激素、浓度处理对插穗生根的影响。各处理按隶属函数值的排序结果(表 5):生根效果最佳的处理为 200 mg/L 浓度的 NAA 处理 1 年生俄罗斯大果沙棘嫩枝 30 min,其隶属函数值的综合值最高,达 2.83,生根率、生根数与平均根长分别为 88.87%、10.8 条/穗、10.47 cm;其次是 200 mg/L 浓度的 ABT<sub>2</sub> 处理 1 年生沙棘嫩枝插穗 30 min,其隶属函数值为 2.76。

表 5 不同植物生长调节剂及浓度处理的隶属函数值

Tab. 5 Membership function values of different treatments by varied plant growth regulators and their concentrations

|      | 植物生长调节剂种类        | 植物生长调节剂浓度/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | 生根率/%    | 生根数/条    | 平均根长/cm | S(I)    |      |
|------|------------------|---|----------|----------|---------|---------|------|
| 1 年生 | ABT <sub>2</sub> | 50  | 65.63 cd | 7.80 e   | 6.77 fg | 1.52    |      |
|      |                  | 100   | 76.87 b  | 9.73 cd  | 8.87 c  | 2.26    |      |
|      |                  | 200   | 87.93 a  | 12.27 a  | 8.87 c  | 2.76    |      |
|      |                  | 500   | 45.40 f  | 8.93 de  | 7.13 ef | 1.32    |      |
|      | NAA              | 50  | 49.57 f  | 6.17 f   | 6.07 gh | 0.93    |      |
|      |                  | 100   | 61.70 d  | 8.30 de  | 7.87 de | 1.66    |      |
|      |                  | 200   | 74.00 b  | 12.00 ab | 9.83 ab | 2.60    |      |
|      |                  | 500   | 56.60 e  | 5.70 f   | 5.50 h  | 0.93    |      |
|      | IBA              | 50  | 69.07 c  | 8.77 de  | 8.00 d  | 1.87    |      |
|      |                  | 100   | 77.87 b  | 9.27 de  | 9.17 bc | 2.26    |      |
|      |                  | 200   | 88.87 a  | 10.80 bc | 10.47 a | 2.83    |      |
|      |                  | 500   | 55.87 e  | 8.23 de  | 6.90 f  | 1.41    |      |
|      | 对照               |   | 36.33 g  | 5.07 f   | 3.40 i  | 0.18    |      |
|      | 2 年生             | ABT <sub>2</sub>                            | 50       | 50.33 de | 5.60 cd | 5.07 fg | 0.74 |
|      |                  |   | 100      | 61.57 b  | 7.53 b  | 7.17 d  | 1.47 |
|      |                  |   | 200      | 72.63 a  | 10.07 a | 9.13 a  | 2.25 |
| 500  |                  |   | 46.43 ef | 6.73 bc  | 5.43 f  | 0.85    |      |
| NAA  |                  | 50  | 44.93 fg | 3.97 e   | 4.37 gh | 0.35    |      |
|      |                  | 100   | 53.80 cd | 6.10 bcd | 6.17 e  | 1.02    |      |
|      |                  | 200   | 58.70 bc | 9.80 a   | 8.13 bc | 1.81    |      |
|      |                  | 500   | 41.30 gh | 3.50 e   | 4.13 hi | 0.20    |      |
| IBA  |                  | 50  | 53.77 cd | 6.57 bcd | 6.30 e  | 1.09    |      |
|      |                  | 100   | 62.57 b  | 9.73 a   | 7.47 cd | 1.79    |      |
|      |                  | 200   | 73.57 a  | 7.60 b   | 8.77 ab | 1.94    |      |
|      |                  | 500   | 40.57 gh | 6.03 bcd | 5.20 f  | 0.62    |      |
| 对照   |                  |   | 36.33 h  | 5.07 de  | 3.40 i  | 0.18    |      |

注: 同列不同字母表示差异显著(  $P < 0.05$  )。

3 结论与讨论

俄罗斯大果沙棘嫩枝扦插生根效果最优的处理为 200 mg/L 的 NAA 处理 1 年生插穗 30 min。最佳的植物生长调节剂为 NAA,这与许多植物如花叶扶芳藤( *Euonymus fortunei* f. *gracilis* )<sup>[22]</sup> 的相关研究结果类似。本次研究证明了大果沙棘插穗生根效果与母株年龄的负相关性,即年龄越大成活率越低,且生根数量少,平均根长较短,这与以往的一些研究结果相一致<sup>[23-24]</sup>。由于不同激素种类、浓度处理的生根

性状表现出明显的非一致性,无法根据单一性状的表现进行评定,所以在评定林木扦插效果时通常应考虑生根率等多项指标。本文采用隶属函数法对大果沙棘扦插各处理的生根效果进行综合评价,分别为不同年龄的插穗选出了最佳激素处理组合。

外源激素的运用对插条生根有一定的促进作用,主要是由于它影响到插条内部养分的分配,增加插条基部糖的含量,使下切口成为养分的吸收中心;同时还能有效地刺激形成层细胞的分裂,促进细胞伸长。但是浓度的高低则直接影响其正负效应<sup>[25]</sup>。

与植物生长调节剂和母株年龄相比,植物生长调节剂浓度对俄罗斯大果沙棘嫩枝扦插生根的影响最为明显。不同浓度的植物生长调节剂处理使大果沙棘插穗生根率、生根数、根长的差异极显著;植物生长调节剂浓度、母株年龄对生根率、生根数和最长根长有极显著或显著的影响;200 mg/L 的浓度较为适宜,较低的浓度因为促进作用微弱而效果不明显,较高浓度则可能因为毒害作用而产生较大的负效应。对于不同植物生长调节剂组合对于俄罗斯大果沙棘嫩枝和硬枝扦插生根效果的影响,还有待进一步深入研究。

不同植物生长调节剂种类及母株年龄对扦插生根的影响也十分明显。NAA 处理对大果沙棘嫩枝扦插生根率、生根数及平均根长等性状因子影响最为显著,200 mg/L 浓度的 NAA 处理 1 年生大果沙棘取得最佳的生根效果。

处理之间的交互效应对大果沙棘扦插生根具有重要作用,如母株年龄与植物生长调节剂的交互效应对大果沙棘生根具有显著影响。这说明了经过植物生长调节剂处理的 1 年生嫩枝插穗比 2 年生插穗具有更高的生根率。1 年生未经处理的插穗具有较低的生根率,而 2 年生未经植物生长调节剂处理的插穗没有生根率。Rout<sup>[26]</sup> 认为施用 IBA 的生根效果随着母株年龄的增大而降低是因为年老组织对生根促进剂的反应钝化。Swamy 等<sup>[27]</sup> 认为黑洋槐 (*Robinia pseudoacacia*) 的成树相比嫩枝而言,更加难以生根。同时,母株年龄与植物生长调节剂浓度、植物生长调节剂种类与浓度之间的交互效应对大果沙棘的生根率、生根数与平均根长具有显著影响。

#### 参 考 文 献

- [1] 塔依尔,杨梅花. 不同温度对沙棘种子萌发的影响[J]. 种子,2004,23(9):32-34.
- [2] 李根前,唐德瑞,赵一庆. 沙棘的生物学与生态学特性[J]. 西北植物学报,2000,20(5):892-897.
- [3] 王久伟,罗玉亮,邢亚娟. 俄罗斯大果沙棘栽培价值及实生苗育苗技术[J]. 延边大学农学报,2003,6(2):56-59.
- [4] 韦宇,李秀寨,高海银,等. 沙棘的生物学特性与生态功能[J]. 沙棘,2005,18(4):20-23.
- [5] 阮成江,谢庆良. 土壤水分对沙棘成活率及抗逆生理特性的影响[J]. 应用与环境生物学报,2002,8(4):341-345.
- [6] 王太明,房用,刘德堡. 大果沙棘及其开发前景[J]. 经济林研究,2000,18(2):56-57.
- [7] TCHOUDJEU Z, MPECK M L, ASAAB E, et al. The role of vegetative propagation in the domestication of *Pausinystalia johimbe* K. Schum, a highly threatened medicinal species of West and Central Africa[J]. *Forestry Ecology and Management*, 2004, 188:175-183.
- [8] 祝岩. 林木扦插繁殖技术研究进展及其应用概述[J]. 福建林业科技,2007,34(4):270-274.
- [9] 王小玲,赵忠,权金娥,等. 外源激素对四倍体刺槐硬枝扦插生根及其关联酶活性的影响[J]. 西北植物学报,2011,31(1):116-122.
- [10] 邓文韬,张日清,袁德义. 植物生长调节剂对菲油果嫩枝扦插生根的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(3):160-163.
- [11] 贾娟,姚延寿,史敏华,等. 生根剂促进槭树植物扦插繁殖的研究进展[J]. 西北林学院学报,2010,25(4):107-109.
- [12] 董立格,王贤荣. 丹桂品种“堰虹桂”扦插繁殖条件与生根特性研究[J]. 安徽农业大学学报,2011,38(1):123-126.
- [13] 肖洁凝,黄学林,张以顺,等. 与芒果子叶切段不定根形成相关基因的 cDNA 片段的克隆[J]. 植物生理与分子生物学报,2004,30(2):136-140.
- [14] 王晓丽,李发根,翁启杰,等. 桉树扦插生根和生长性状的 QTL 定位[J]. 林业科学研究,2011,24(2):200-204.
- [15] 刘根科,梁秀芝,李占成. 俄罗斯大果沙棘嫩枝扦插繁育技术[J]. 沙棘,2005,18(1):29-30.
- [16] 郭春华,孙晓春,安胜,等. 俄罗斯沙棘露地嫩枝扦插育苗技术研究[J]. 沙棘,2006,19(1):12-13.
- [17] 于敦亮. 影响俄罗斯大果沙棘生根因素的研究[J]. 中国林副特产,2006(4):29-31.
- [18] 蹇兆忠,王绪涛,林宗庚. 俄罗斯大果沙棘容器嫩枝扦插育苗试验初报[J]. 辽宁林业科技,2004,2:43-44.
- [19] 张建国,黄铨,罗红梅. 沙棘优良杂种选育研究[J]. 林业科学研究,2005,18(4):381-386.
- [20] 王桂青,李英杰. 植物生长激素对大果沙棘嫩枝插条生根效果的试验研究[J]. 沙棘,1998,11(2):12-14.
- [21] 陈荣敏,杨学举,梁凤山,等. 利用隶属函数法综合评价冬小麦的抗旱性[J]. 河北农业大学学报,2002,25(2):7-10.
- [22] 孟艳琼,高文芳,李仁杰,等. 花叶扶芳藤扦插繁殖技术[J]. 经济林研究,2007,25(4):113-116.
- [23] 张建忠,姚小华,任华东,等. 香樟扦插繁殖试验研究[J]. 林业科学研究,2006,19(5):665-668.
- [24] 刘德良,金巨良. 樟树扦插试验研究[J]. 福建林学院学报,2003,23(2):189-192.
- [25] 杨晓盆,王跃进. 柴叶小檗绿枝扦插研究[J]. 北方园艺,1999(5):63.
- [26] ROUT G. Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes[J]. *Plant Growth Regulation*, 2006,48:111-117.
- [27] SWAMY S L, PURI S, SINGH A K. Effect of auxins( IAA and IBA) and season on rooting of juvenile and mature hardwood cuttings of *Robinia pseudoacacia* and *Grewia optiva* [J]. *New Forests*, 2002,23:143-157.

(责任编辑 冯秀兰)