羊开口扦插繁殖研究

李虹¹, 钟小清², 蒋水元¹, 黄夕洋¹, 向巧彦¹, 邹节明^{2*}

1. 中国科学院广西壮族自治区广西植物研究所, 广西 桂林 541006
2. 桂林三金药业股份有限公司, 广西 桂林 541004

摘要: 目的 研究羊开口扦插繁殖的最佳条件。方法 通过4因素3水平正交试验, 以生根率、生根数、平均根长和生根指数为指标, 研究不同浸泡时间、插穗、激素种类、激素浓度对羊开口扦插生根的影响。在此基础上通过双因素和单因素试验基本摸清羊开口扦插的特性。结果 插穗对羊开口成活率影响最大。当浸泡时间为18 h、嫩枝、激素种类为IBA、处理浓度为0.1 mmol/L时, 羊开口扦插的生根效果最好。结论 根据羊开口扦插试验最优组合, 可进行羊开口规模化生产, 为企业原药材繁育提供技术服务。

关键词: 羊开口; 扦插; 繁殖; 正交试验; 成活率; 生根指数

中图分类号: 282.21 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)24-3751-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.24.024

Study on cutting propagation of *Melastoma normale*

LI Hong¹, ZHONG Xiao-qing², JIANG Shui-yuan¹, HUANG Xi-yang¹, XIANG Qiao-yan¹, ZOU Jie-ming²

1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China
2. Guilin Sanjin Pharmaceutical Co., Ltd., Guilin 541004, China

Abstract: Objective To study the best condition for cutting propagation of *Melastoma normale*. **Methods** By four factors and three levels orthogonal experiment, using rooting rate, root number, root length, and root mean index as indicators, the effects of different soaking time, cuttings, hormone types, and *Melastoma normale* rooting hormone concentration on cutting propagation of *M. normale* were investigated. On this basis, through two-factor and single-factor tests to find out the basic characteristics of *M. normale* cuttings. **Results** The cuttings had greatest impact on the survival rate of the *M. normale*. When the soaking time was 18 h, using twigs, hormone types of IBA, and concentration was 0.1 mmol/L, the *M. normale* rooting cuttings was the best. **Conclusion** The optimal combination of *M. normale* cutting experiments can be applied to large-scale production, and providing technical services in crude medicinal materials breeding for enterprises.

Key words: *Melastoma normale* D. Don; cutting; propagation; orthogonal experiment; survival rate; root mean index

广西位于中国南部, 地理条件得天独厚, 蕴藏着极为丰富的野生植物资源, 具有药用开发利用价值的种类也比较多, 为广西道地药材选择提供了一个广阔的资源平台。但是, 现阶段对广西野生植物资源的引种驯化研究还不够, 很多优良的道地药材尚未得到合理的开发利用, 羊开口就是其中一种。

羊开口为野牡丹科植物展毛野牡丹 *Melastoma normale* D. Don, 其根可入药, 收载于《广西壮族自治区壮药质量标准》2008年版^[1]。性微温, 味甘、酸、涩; 具有固涩止泻, 收敛止血、理气舒肝、利水通淋、败毒抗癌等功效, 主要用于治疗泄痢、崩

漏带下、内外伤出血等症, 是民间常用中药。羊开口是《中国药典》2010年版(一部)收载成方制剂三金片^[2]的主要药味之一。它主要分布于我国的广西、广东、台湾、福建、海南、西藏等地。其原料药都是靠收购野生药材, 目前人为乱砍乱伐, 资源接近枯竭, 因此发展羊开口人工种植, 对扩大种群规模意义重大。但羊开口的常规繁殖方法以种子繁殖为主, 难以保持母本的优良性状。利用扦插育苗, 既能保持苗木的优良遗传性状, 缩短良种选育时间, 扦插繁殖又具有简单易行, 可增加苗木来源。至今对羊开口药材的研究主要在生药学的鉴定、药材性

收稿日期: 2015-06-19

基金项目: 桂林市科技攻关项目(20130403-3); 桂林“三金片”重要原料羊开口种质资源评价及繁育关键技术研究

作者简介: 李虹(1974—), 女, 助理研究员, 研究方向为药用植物栽培。Tel: (0773)3550103 E-mail: zwslihong@126.com

*通信作者 邹节明, 男, 教授级高级工程师, 博士生导师。Tel: (0773)5842588 E-mail: zjm@sanjin.com.cn

状、化学成分、药理作用、临床 5 个方面^[3-5]。国内外学者对羊开口繁育还未涉及。鉴于羊开口的药用价值以及繁育栽培技术方面的空白,笔者利用正交试验设计对羊开口的扦插繁殖技术进行研究,以期对羊开口药材的持续利用提供科学依据。

1 材料与试验地

取 2011 年 3 月引种栽培广西植物研究所试验基地的植株,2012 年 4 月 20 日(始花期)采集植株上的 1 年生、生长健壮、无病虫害的羊开口枝条作为扦插插穗。采集扦插插穗的植株经广西植物研究所李光照研究员鉴定为野牡丹科植物展毛野牡丹 *Melastoma normale* D. Don。

试验地设在广西植物研究所引种栽培试验基地的大棚内,基地海拔 170 m,年平均温度 19.3 °C,最热月(7 月)平均温度 28 °C,最冷月(1 月)平均温度 8.4 °C,极端最高温 38 °C,极端最低温-6 °C,冬有霜冻偶见雪。年降雨量 1 655.6 mm,降雨集中在 4~6 月,冬季雨量较少,干湿交替明显,年平均相对湿度 78%。

2 方法

2.1 插床处理

扦插繁殖试验的大棚,棚顶为可活动的遮阴网(遮光率为 75%)、可根据天气情况开与关。插床为东西走向,长 30 m、宽 1.2 m、插床内覆有 20 cm 深泥炭土基质。扦插前 2~3 d 将泥炭土浇透水,用耙子将插床耙平,用 0.1%多菌灵溶液对基质进行消毒。

表 2 扦插材料与扦插基质处理组合

Table 2 Treatment combination of cutting materials and substrates

扦插材料 (A)	基质 (B)				
	河沙 (B ₁)	泥炭土 (B ₂)	泥炭土-珍珠岩 (1:2) (B ₃)	珍珠岩 (B ₄)	黄泥土-灶(1:1) (B ₅)
主枝下部 (A ₁)	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₁ B ₄	A ₁ B ₅
主枝中部 (A ₂)	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	A ₂ B ₄	A ₂ B ₅
主枝上部 (A ₃)	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃	A ₃ B ₄	A ₃ B ₅

2.2.3 浸泡溶液浓度单因素实验 选用一年生半木质化枝条为扦插材料,分别在 0.05、0.1、0.2 mmol/L 3 种浓度的 IBA 进行浸泡,以清水对照,浸泡时间为 12 h,在(黄泥土-火土 4:1)的基质中扦插,比较不同浓度下的 IBA 对于羊开口扦插生根成活率和生根指数的影响。

2.2.4 浸泡时间单因素实验 2013 年 7 月中旬选用一年生半木质化枝条为扦插材料,在 0.1 mmol/L 的

2.2 实验设计

2.2.1 正交试验 为研究不同因素对羊开口扦插育苗的影响,选择浸泡时间 (A)、插穗种类 (B)、激素种类 (C)、激素浓度 (D) 4 个因素,每个因素取 3 个水平,按 L₉(3⁴) 表进行正交试验(表 1)。试验共设 12 个处理组合,每处理 50 株插穗。浸泡时间取 6、12、18 h 共 3 个时间;插穗种类取一年生枝条上木质化枝、半木质化枝、嫩枝(根据枝条生长情况仅嫩枝叶片较多可留叶,故嫩枝留叶 2 片);激素种类为生根粉 (ABT)、吲哚丁酸 (IBA)、萘乙酸 (NAA) 3 种;激素浓度为 0.1、0.2、0.5 mmol/L^[6-7]。

表 1 L₉(3⁴) 试验因素与水平设计

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	因素			
	A/h	B	C	D/(mmol/L ⁻¹)
1	6	木质化枝	ABT	0.1
2	12	半木质化枝	IBA	0.2
3	18	嫩枝	NAA	0.5

2.2.2 双因素实验 浸泡插条的激素溶液采用 0.1 mmol/L 的 IBA,浸泡时间为 12 h。扦插材料与扦插基质的双因素实验:扦插材料均为一年生枝条,分主枝下部(木质化)、主枝中部(木质化)和主枝上部(半木质化) 3 种插条。扦插基质分河沙、泥炭土、泥炭土-珍珠岩 1:2、珍珠岩、黄泥土-火土 1:1 共 5 种类别。按照二因素完全随机区组设计,实验共有 15 个处理组合,如表 2 所示。

IBA 浸泡 6、12、18、24 h 和不浸泡为对照,利用珍珠岩为扦插基质,比较不同浸泡时间对羊开口扦插生根成活率和生根指数的影响。

2.3 实验操作及数据处理方法

插穗上切口平剪,下切口斜剪,剪口平滑,嫩枝插条留叶 2 张。穗长 8~12 cm,按 10 cm×10 cm 株行距斜插于基质中,倾斜角约 45 度,扦插深度为插穗长度的 2/3。扦插后浇透水,搭拱棚盖薄膜,

并注意通风、喷水，控制光照、温度及湿度；保持透光度 60%，相对湿度为 80%~90%，温度控制在 25~30 ℃。定根后可撤去薄膜。

扦插后每 5 天随机抽取插穗并观测记录插穗的愈伤组织及生根形成情况。2 个月后对各处理的生根率、平均生根数、平均根长进行统计，并以生根率、平均生根数、平均根长 3 个变量为指标对生根指数进行综合评价。其中，生根率是指同一组处理的插穗中生根插穗占本组所有插穗的比例。平均生根数和平均根长指各组内平均每株扦插苗的生根数和根长。

$$\text{生根指数} = \text{生根率} \times \text{平均根数} \times \text{平均根长}$$

数据的统计分析用 SAS 8.1 软件进行极差分析。SPSS 18.0 软件作单因素方差分析 (one-way ANOVA)，用 Duncan 法进行多重比较，方差不齐的，采用 Tamhane's T2 进行比较。

3 结果与分析

3.1 正交试验

3.1.1 不同因素对羊开口扦插生根率的影响 羊开口在春季扦插后，3 d 开始老叶转黄，5 d 开始落叶，7~15 d 形成愈伤组织，14~25 d 开始生根。在实验第 60 天对羊开口的正交扦插试验进行测定。正交试验结果见表 3。

表 3 正交试验结果

Table 3 Results of orthogonal experiment

试验号	因素水平				生根率/%	平均生根数/条	平均根长/cm	生根指数
	A	B	C	D				
1	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	52.4	15.4	5.8	46.8
2	A ₁	B ₂	C ₂	D ₂	21.7	13.4	6.5	18.9
3	A ₁	B ₃	C ₃	D ₃	42.6	9.6	9.5	38.8
4	A ₂	B ₁	C ₂	D ₃	43.8	14.4	5.1	32.1
5	A ₂	B ₂	C ₃	D ₁	25.0	10.2	5.7	14.5
6	A ₂	B ₃	C ₁	D ₂	45.5	32.0	11.7	170.2
7	A ₃	B ₁	C ₃	D ₂	28.6	11.8	9.6	32.4
8	A ₃	B ₂	C ₁	D ₃	21.9	28.2	9.4	58.0
9	A ₃	B ₃	C ₂	D ₁	59.4	56.6	14.2	477.2

极差的大小反映了各因素对实验结果影响的主次。从极差值 (表 4) 可以看出，各因素对插穗生根率影响效应的主次关系为 B>D>C>A，说明扦插插穗对羊开口扦插繁殖的生根率影响最大，其他依次为激素浓度、激素种类、浸泡时间，以 A₁B₃C₂D₁ 为扦插生根率的组合。由于 A 因素的离差平方和最小，以此因素来作误差项，进行方差分析，方差分析结果表明插穗对生根率的影响达到极显著水平 (P<0.01)，其余因素对生根率的影响达显著水平 (P<0.05) (表 5)。

表 4 各实验因素对生根率影响的极差分析

Table 4 Analysis of range on effect of test factors on rooting rate

均值	生根率			
	A	B	C	D
K ₁	38.9	41.6	39.9	45.6
K ₂	38.1	22.9	41.6	31.9
K ₃	36.6	49.2	32.1	36.1
极差	2.3	26.3	9.6	13.7
因素主次	B>D>C>A			
较优组合	A ₁ B ₃ C ₂ D ₁			

表 5 各实验因素对生根率影响的方差分析

Table 5 Variance analysis on effect of experimental factors on rooting rate

方差来源	自由度	生根率		
		离差平方和	均方差	F 值
A	2	7.9	4.0	
B	2	1 099.9	550.0	138.7**
C	2	156.3	78.1	19.7*
D	2	294.4	147.2	37.1*
总和	8	1 558.5		

** P<0.01 极显著水平, * 0.01<P<0.05 显著水平, 下同

** P<0.01 extremely significant level, * P<0.05 significant level

3.1.2 不同因素对羊开口扦插平均生根数的影响 从表 6 各实验因素对平均生根数、影响的极差分析结果可知，各因素对平均生根数影响效应的大小排序为 A>B>C>D，说明溶液浸泡时间对羊开口扦插繁殖的生根数影响最大，其他依次为扦插插穗、激素种类、激素浓度，以 A₃B₃C₂D₁ 为扦插平均生根数的组合。由于 D 因素的离差平方和最小，以此因素来作误差项，进行方差分析。

结果表明, 溶液浸泡时间、扦插插穗、激素种类、激素浓度对平均生根数的影响均没有显著性 (表 7)。

表 6 各实验因素对平均生根数影响的极差分析

Table 6 Analysis of range on effect of test factors on average root number

均值	平均生根数			
	A	B	C	D
K_1	12.8	13.9	25.2	27.4
K_2	18.9	17.3	28.1	19.1
K_3	32.2	32.7	10.5	17.4
极差	19.4	18.8	17.6	10.0
因素主次	A>B>C>D			
较优组合	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁			

表 7 各实验因素对平均生根数影响的方差分析

Table 7 Variance analysis on effect of test factors on average root number

方差来源	自由度	平均生根数		
		离差平方和	均方差	F 值
A	2	586.6	293.3	3.5
B	2	602.2	301.1	3.6
C	2	530.7	265.4	3.1
D	2	169.8	84.9	
总和	8	1 889.3		

3.1.3 不同因素对羊开口扦插平均根长的影响 从表 8 可见各因素对平均根长影响效应的大小排序为 B>A>D>C, 说明扦插枝条对羊开口扦插繁殖的根长影响最大, 其他依次为溶液浸泡时间、激素浓度、激素种类, 以 A₃B₃C₁D₂ 为扦插平均根长的最佳组合。由于 C 因素的离差平方和最小, 以此因素来作误差项, 进行方差分析, 结果表明, 溶液浸泡时间、扦插插穗、激素种类对平均生根长度的影响显著 (0.05>P>0.01)。激素浓度对平均根长的影响不显著 (表 9)。

3.1.4 不同因素对羊开口扦插生根指数的影响 从表 10 各试验因素对生根指数影响的极差分析结果可知, 各因素对平均生根指数影响效应的大小排序为 B>A>C>D, 说明扦插插穗对羊开口扦插繁殖的生根指数影响最大, 其他依次为溶液浸泡时间、激素种类、激素浓度, 以 A₃B₃C₂D₁ 为扦插生根指数的最佳组合。由于 D 因素的离差平方和最小, 以此因素来作误差项, 进行方差分析, 结果表明, 溶液浸泡时间、扦插

表 8 各实验因素对平均根长影响的极差分析

Table 8 Analysis of range on effect of test factors on average root length

均值	平均根长			
	A	B	C	D
K_1	7.3	6.8	9.0	8.6
K_2	7.5	7.2	8.6	9.3
K_3	11.1	11.8	8.3	8.0
极差	3.8	5.0	0.7	1.3
因素主次	B>A>D>C			
较优组合	A ₃ B ₃ C ₁ D ₂			

表 9 各实验因素对平均根长影响的方差分析

Table 9 Variance analysis on effect of test factors on average root length

方差来源	自由度	平均根长		
		离差平方和	均方差	F 值
A	2	27.2	13.6	37.0*
B	2	46.0	23.0	62.5*
C	2	0.7	0.4	
D	2	2.4	1.2	3.3
总和	8	76.3		

表 10 各实验因素对生根指数影响的极差分析

Table 10 Analysis of range on effect of test factors on root mean index

均值	生根指数			
	A	B	C	D
K_1	34.8	37.1	91.7	179.5
K_2	72.3	30.5	176.1	73.8
K_3	189.2	228.7	28.6	43.0
极差	154.3	198.2	147.5	136.6
因素主次	B>A>C>D			
较优组合	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁			

插穗、激素种类、激素浓度对平均生根指数的影响均为不显著水平 (表 11), 只是扦插插穗相对其他因素对平均生根指数的影响来说是最大的。

3.2 双因素实验

从表 12 的双因素实验的方差比较结果可知, 枝条部位的选择对平均生根率的影响效应的排序为主枝上部>主枝下部>主枝中部, 说明 4 月始花期用主枝上部枝条进行扦插生根率最高; 在不同扦插基质的方差比较结果可知, 扦插基质对平均生根率的影响也是极大的, 最好的是河沙, 其次为泥炭土-珍珠岩, 再次为泥炭土和珍珠岩, 最差的是黄泥土-火土

表 11 各实验因素对生根指数影响的方差分析

Table 11 Variance analysis on effect of test factors on root index

方差来源	自由度	生根指数		
		离差平方和	均方差	F 值
A	2	388 890.3	19 445.2	1.3
B	2	76 071.3	38 035.6	2.5
C	2	32 871.9	16 436.0	1.1
D	2	30 762.6	15 381.3	
总和	8	528 596.1		

的处理组合。说明在河沙中扦插羊开口的生根率最好。

从表 13 的双因素实验的方差比较结果可知,枝条部位的选择对平均生根指数的影响效应的排序为:主枝上部>主枝下部>主枝中部,说明 4 月始花期用主枝上部枝条进行扦插生根指数最高;在不同扦插基质的方差比较结果可知:扦插基质对平均生根指数的影响也是极大的,其排序依次为河沙>泥炭土-珍珠岩>泥炭土>珍珠岩>黄泥土-火土。说明在河沙中扦插羊开口的生根指数最好。

表 12 扦插材料与扦插基质各处理组合生根率

Table 12 Rooting rates of each combination of cutting materials and cutting substances

因素组合	生根率/%				
	河沙 (B ₁)	泥炭土 (B ₂)	泥炭土-珍珠岩 (B ₃)	珍珠岩 (B ₄)	黄泥土-火土 (B ₅)
主枝下部 (A ₁)	72.7± 6.1 ^a	33.6± 3.2 ^{ab}	38.1± 2.7 ^b	36.6± 10.2 ^b	16.7± 9.0 ^{ab}
主枝中部 (A ₂)	53.3± 3.3 ^a	22.7± 2.1 ^b	28.8± 2.2 ^b	25.4± 5.7 ^b	6.2± 2.0 ^c
主枝上部 (A ₃)	69.6± 13.1 ^a	59.2± 11.5 ^a	71.7± 11.7 ^a	35.9± 20.2 ^a	42.0± 3.7 ^a

上标为各同种扦插插穗的方差比较,下标为各同种基质的方差比较,下同

Superscript variance comparison for the same cutting, the subscript for the same matrix of variance comparison, same as below

表 13 扦插材料与扦插基质处理组合生根指数

Table 13 Rooting indexes of each combination of cutting materials and cutting substances

因素	生根指数				
	河沙 (B ₁)	泥炭土 (B ₂)	泥炭土-珍珠岩 (B ₃)	珍珠岩 (B ₄)	黄泥土-火土 (B ₅)
主枝下部 (A ₁)	102.7± 29.4 ^a	41.5± 19.1 ^{ab}	35.5± 2.7 ^b	19.9± 7.8 ^a	5.20± 4.0 ^b
主枝中部 (A ₂)	65.6± 20.7 ^a	18.7± 0.8 ^b	28.1± 1.5 ^{ab}	27.7± 17.0 ^{ab}	1.57± 1.2 ^b
主枝上部 (A ₃)	229.8± 68.8 ^a	94.4± 18.7 ^{bc}	182.0± 6.8 ^{ab}	54.4± 34.4 ^{bc}	40.20± 1.7 ^c

3.3 浸泡浓度单因素实验

从实验结果可知,生长一年半木质化羊开口插穗在不同浓度的 IBA 浸泡 12h 后在同种基质中扦插,2 个月后统计数据。结果显示,在浓度为 0.1 mmol/L IBA 浸泡的羊开口插穗组扦插成活率最高为 58%,生根指数最好为 90.65;其次在浓度为 0.2 mmol/L IBA 中浸泡的羊开口插穗组扦插成活率为 57%,生根指数为 88.8;再其次是在浓度为 0.05 mmol/L IBA 中浸泡的羊开口插穗组扦插成活率为 48%,生根指数为 24.97;最差在清水中浸泡的羊开口插穗组扦插成活率仅为 24%,生根指数为 13.56。

3.4 浸泡时间单因素实验

从实验结果可知,生长一年半木质化羊开口插穗在浓度为 0.1 mmol/mL IBA 浸泡不同时间后,在

相同基质中扦插,2 个月后统计数据。结果显示:经 18 h 浸泡的羊开口插穗组扦插成活率最高 33%,生根指数最好 28.4;其次经 12 h 浸泡的羊开口插穗组扦插成活率为 28%,生根指数为 22.6;再其次为经 24 h 浸泡的羊开口插穗组扦插成活率为 20%,生根指数为 8.8;而经 6 h 浸泡的羊开口插穗组扦插成活率为 12%,生根指数为 3.5;最差的一组为不经浸泡直接扦插的羊开口插穗组扦插成活率仅为 5%,生根指数仅为 2.6。

4 讨论

种子繁育能力强,但不易保持其优良性状,种群的分化及遗传多样性大,为了保持其优良性状开展无性繁殖技术研究,扦插具有繁殖速度快、插条易采集、遗传性状变化小、管理方便等特点,是十分高效且技术简便的育苗方法^[8]。不仅是加速羊开口

扦插种苗繁殖,对于羊开口资源的保存、发展和利用也具有重要意义。采用插穗进行大规模大棚扦插育苗是完全可行的。扦插时要注意根据实际情况在日照充足、气温较高的白天,适当的打开插床喷雾装置和关闭遮阴网,以维持插条生根需要的适当的温度和湿度环境;在夜间无日照、温度较低的时间段关闭喷雾装置和打开遮阴网。既要保证插床湿度,又要避免插穗因过湿而引起的腐烂,也不利于插穗形成愈伤组织。春季扦插羊开口,7~15 d 形成愈伤组织,14~25 d 开始生根。在对羊开口的正交扦插试验进行测定后可以看出在浸泡时间、插穗种类、激素种类、激素浓度 4 个因素中,羊开口插穗对生根率的影响达到极显著水平 ($P<0.01$),其余因素对生根率的影响也达到显著水平 ($P<0.05$),最高生根率为 59.4%,能够满足生产需要。同时也对生根指数的影响最大。 $A_3B_3C_2D_1$ 为最优组合,即当浸泡时间为 18 h、嫩枝、激素种类

为 IBA,处理浓度为 0.1 mmol/L 时,羊开口扦插的生根效果最好。

参考文献

- [1] 广西壮族自治区壮药质量标准 [S]. 2008.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2005.
- [3] 蒋受军,钟小清,吕高荣,等. 羊开口药材的名实考证 [J]. 中草药, 2010, 41(9): 1555-1557.
- [4] 薛金龙,张南平,肖新月,等. 羊开口的生药学研究 [J]. 药物分析杂志, 2010, 30(9): 1753-1755.
- [5] 谢丽莎,廖月葵,黄茂春,等. 羊开口的显微及紫外光谱鉴别 [J]. 中药材, 2004, 27(3): 171-172.
- [6] 柴胜丰,史艳财,陈宗游,等. 珍稀濒危植物毛瓣金花茶扦插繁殖技术研究 [J]. 种子, 2012, 31(6): 118-121.
- [7] 时明芝,辛显庆. 圆铃枣绿枝扦插育苗正交试验 [J]. 中国果树, 2003, 5(9): 21-23.
- [8] 周倩倩,王有科,李捷,等. 不同基质与插穗规格对枸杞扦插生长的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(3): 96-101.