

不同基质对景天科拟石莲花属植物 叶插和播种繁殖的影响*

赵丽华^{1,2}, 高 珊¹, 周 维¹

(1. 攀枝花学院 生物与化学工程学院, 四川 攀枝花 617000;

2. 干热河谷特色生物资源开发四川省高校重点实验室, 四川 攀枝花 617000)

摘要:【目的】为景天科拟石莲花属植物规模化繁殖和生产提供依据。【方法】以景天科拟石莲花属植物雪莲种子、红边月影、女雏、花乃井和小蓝衣叶片以及3种播种基质($V_{\text{泥炭土}422\#} : V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 、 $V_{\text{泥炭土}680\#} : V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 和 $V_{\text{本地红壤土}} : V_{\text{珍珠岩}}=3:2$)为试材,测定了3种基质的理化性质及其对红边月影、女雏、花乃井和小蓝衣叶插生根率、新芽直径以及对雪莲种子发芽率的影响。【结果】3种基质的容重、总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙度、有机质和有效氮磷钾元素均存在差异,pH值和EC值均符合拟石莲花属植物的生长要求。3种基质对拟石莲花属植物叶插生根率影响不显著($P>0.05$),对新芽直径和种子发芽率影响显著($P<0.05$),拟石莲花属植物物种间的叶插生根率和新芽直径存在显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)差异,拟石莲花属植物物种和基质间存在互作效应。基质理化性质中,对拟石莲花属植物发芽率和生根率均为显著影响的共性因素为基质中有机质含量、氮元素含量和持水孔隙度,而对生长速度有极显著影响的因素为通气孔隙度。【结论】泥炭和珍珠岩复配较适宜作为拟石莲花属植物的叶插和播种繁殖基质,针对不同拟石莲花属植物品种筛选不同性质的泥炭,并且在不同生长期选用不同理化性质的基质,可获得更好的繁育效果。

关键词: 拟石莲花属; 基质; 叶插; 生根率; 发芽率

中图分类号: S 682.330.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-390X(2020)03-0489-07

Effects of Different Substrates on the Leaf Cuttage and Seed Germination of *Echeveria* Plants

ZHAO Lihua^{1,2}, GAO Shan¹, ZHOU Wei¹

(1. Department of Biological and Chemical Engineering, Panzhihua University, Panzhihua 617000, China;

2. Key Laboratory of Dry-hot Valley Characteristic Bio-resources Development at University of

Sichuan Province, Panzhihua, 617000, China)

Abstract: [Purposes] To provide guidance for the large-scale reproduction and production management of *Echeveria* plants. [Method] The seeds of *E. laui*, the leaves of *E. albicans*, *E. cv. meibana*, *E. amoena*, *E. setosa* var. *deminuta* and three substrates ($V_{\text{peat soil } 422\#} : V_{\text{perlite}}=3:2$, $V_{\text{peat soil } 680\#} : V_{\text{perlite}}=3:2$ and $V_{\text{local red loam}} : V_{\text{perlite}}=3:2$) were chose as materials, the physical and chemical properties of three substrates and their effects on the germination rate of *E. laui* and the rooting rate, bud diameter of the other four varieties were studied in this study. [Result] The unit weight, total poros-

收稿日期: 2019-09-26

修回日期: 2020-04-05

网络首发时间: 2020-06-23 14:56:58

*基金项目: 干热河谷特色生物资源开发四川省高校重点实验室项目(GR-2017-E-03);攀枝花学院博士科研启动基金项目(bkqj2017012);2019年中央财政林业科技推广示范项目(2019-017);金沙江干热河谷生态修复与治理创新研究团队专项经费(035200179)。

作者简介: 赵丽华(1985—),女,四川巴中人,博士,讲师,主要从事植物分类、园艺植物栽培、园艺产品贮藏与加工、干热河谷生态修复研究。E-mail: pzhuzhaolihua@163.com

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20200622.1551.002.html>



ity, aeration porosity, water-holding porosity, organic matter, available nitrogen, phosphorus and potassium of the three substrates were different, and the pH value and EC value were according to the growth requirements of *Echeveria* plant. The three substrates had no significant effect on the rooting rate ($P>0.05$), but significant effect on the diameter of new buds and the germination rate of seeds ($P<0.05$). There were significant ($P<0.05$) or extremely significant ($P<0.01$) differences in the rooting rate and the diameter of new buds among those varieties, and there was an interaction effect between the varieties and substrates. In the physical and chemical properties of the matrixes, the common factors that have a significant impact on the germination and rooting rate of *Echeveria* plants are organic matter content, nitrogen element content and water-holding porosity, and aeration porosity is the factor that has a significant impact on the growth rate. [**Conclusion**] The mixture of peat and perlite is suitable for leaf insertion and seeds germination of the genus *Echeveria*, and better results can be obtained by screening different properties peat for different *Echeveria* varieties. In addition, the selection of the matrix with different physical and chemical properties in different growth period can obtain better breeding effect.

Keywords: *Echeveria*; substrates; leaf cuttings; rooting rate; germination rate

景天科拟石莲属 (*Echeveria*) 是一类多年生植物, 具有肥厚的肉质茎和叶, 有较高的观赏价值, 园林应用上以室内盆栽、园林地被和屋顶绿化为主^[1-4]。它能满足人们对盆栽花卉植物造型奇特、时尚、微型的个性化消费需求, 具有较好的市场发展前景。

景天科拟石莲属植物的人工繁育方法主要有扦插繁殖^[5]、组培繁殖^[6]和播种繁殖^[7]等。扦插是一种传统的无性繁殖方法, 操作简单, 能保持原品种的优良特性, 但繁殖系数低, 消耗母体植株多, 大量生产成本较高^[8-9]。组培法繁殖系数较高, 有一定概率发生变异^[10], 由于技术流程复杂, 要求一定的设备和操作技能, 普通企业难以实施。对于不易产生种子的景天科多肉植物, 多采用扦插和组培方法进行繁殖。种子繁殖是大多数景天科多肉植物的自然繁殖方式, 也是国内外人工规模化繁育的主要方法, 具有繁殖系数高、方法简便和成本低等优势^[7]。

景天科拟石莲属植物的萌发和生长状况很大程度上受到基质的理化性质影响, 如孔隙度、持水性、营养元素的种类与含量、pH 值和 EC 值等。虽然对该属植物扦插和播种繁殖的适宜基质有一定研究^[11-12], 但大多数报道缺乏适宜基质的理化特性分析, 降低了其参考意义。田霞^[13]研究发现: 影响播种繁殖萌发率的主次因素依次为基质、温度、湿度和光强; 唐菁等^[14]对岩棉、泥

炭、椰糠、蛭石和珍珠岩等基质的理化性质研究后认为: 单一基质存在一定局限性, 建议采用混合基质, 生产上应从基质性质和成本上综合考虑, 先对各种基质进行配比试验, 再推广应用。目前景天科拟石莲属植物主要依靠扦插和种子繁殖, 但关于该属繁育的适宜基质报道较少, 生产上主要依靠经验, 导致繁殖系数不稳定, 大规模商业化繁殖育苗效益不佳, 还需进一步探索最适条件^[15]。研究基质的理化性质对园林植物栽培具有重要的指导意义^[16], 因此, 本研究以 5 种拟石莲属植物和 3 种播种基质为试材, 分析了各基质的理化性质及其对拟石莲属植物叶插和播种出芽的影响, 筛选出较适宜的繁育基质, 为景天科拟石莲属植物规模化高效繁育提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究材料

景天科拟石莲属雪莲 (*E. laui* Moran & Meyrán) 种子、以及红边月影 (*E. albicans*)、女雏 (*E. cv. mebina*)、花乃井 (*E. amoena* De Smet) 和小蓝衣 (*E. setosa* var. *deminuta*) 叶片, 均由攀枝花市丽新园艺技术有限公司提供。珍珠岩、泥炭土 422# (0~25 mm) 和泥炭土 680# (10~25 mm, Klasmann 公司) 购自广州花卉市场, 本地红壤土取自攀枝花市西区格里坪镇花卉园区苗圃地表土。次氯酸钠、酒精、浓硫酸、硫酸亚铁、氢氧化钠、

碳酸氢钠、硼酸、碱性胶液、无磷活性炭、钼锑抗试剂、醋酸铵、重铬酸钾标准溶液和邻菲罗啉指示剂等均采用国产分析纯。

1.2 研究方法

1.2.1 基质理化性质测定

本研究设 3 种繁育基质, 基质 A、B 和 C 分别为 $V_{\text{泥炭土 422\#}}:V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 、 $V_{\text{泥炭土 680\#}}:V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 和 $V_{\text{本地红壤土}}:V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 。其中本地红壤土挖取后去除杂质, 太阳下暴晒 2 d 消毒, 泥炭土不做前期处理。泥炭土 422#、泥炭土 680# 和本地红壤土粉碎处理后再分别与珍珠岩混合。容重、总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙度、有机质含量、碱解氮、有效磷和有效钾的测定参考钱仁卷^[17]的方法。孔隙度测量后排出的液体过滤后用于测定 pH 值和 EC 值, pH 值用 PHS-3C 型酸度计 (上海雷磁) 测定, EC 值用 ECTestr11+电导率测试笔 (美国 Thermo Eutech) 测定。

将 3 种基质均匀地铺在 54 cm×28 cm×4.5 cm 的育苗平盘上作为苗床, 基质厚约 3.5 cm。播种和扦插前均匀浇水至底部有水滴出, 手捏能成团、松开即散的状态即可。

1.2.2 叶插繁育试验设计

试验在攀枝花市西区格里坪镇丽新园艺技术有限公司大棚中进行。棚内光照强度 18 000~22 000 lx, 10 h/d, 温度约 25 ℃, 相对湿度 70%~90%。红边月影、女雏、花乃井和小蓝衣用于叶插繁育研究, 采用基质—品种双因素完全随机设计, 每个处理设 3 次重复, 每重复插 30 片叶。

叶插采用全叶片斜插法, 叶片采摘后置于干燥、通风、温暖和散射光环境下晾晒 10 d, 扦插时插床先起垄, 叶片斜放于垄沟内, 叶背向下。扦插期间保持基质略湿润。75 d 后记录生根的叶片数量, 测量新芽直径并计算生根率。

生根率=生根数/30×100%。

1.2.3 播种繁育试验设计

雪莲种子用于播种繁育研究。设计不同基质的单因素试验, 每个基质设 3 次重复。雪莲种子共 0.090 g, 平均分成 9 份, 每份 0.010 g, 约含 215 粒种子。将种子均匀撒播到基质上, 再覆土 1 mm, 发芽期间保持基质略湿润。发芽期间记录每天的发芽种子数量, 发芽结束后调查统计发芽率和发芽指数 (GI)。计算公式为

发芽率=发芽数/215×100%;

$GI=\sum G_t/D_t$ 。

式中, G_t 为在 t 天的种子发芽数, D_t 为相对应的种子发芽时间。

利用软件 Microsoft Office Excel 365 和 DPS 7.05^[18]对结果进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 基质的理化性质分析

由表 1 可知: 本地红壤土配制的基质 C 与另外两种泥炭基质的物理性质均存在极显著差异, 两种泥炭基质之间总孔隙度和通气孔隙度有极显著差异。从 3 种基质的容重、总孔隙度、通气孔隙度和持水孔隙度可见: 基质 C 的容重较高, 对植株的固定效果好, 但持水透气能力最差; 基质 A 和 B 持水透气性均高于基质 C, A 的持水能力最高, 而 B 的透气性更好, 但二者对植株的固定效果不及基质 C。

有机质及有效氮磷钾元素含量体现了基质肥力的高低。由表 2 可知: 3 种基质的肥力为基质 A>基质 B>基质 C。3 种基质均呈弱酸性, EC 值均较低, 表明三者 pH 值和可溶性盐含量均符合拟石莲属的生长条件, 但矿质营养较少。

2.2 不同基质对拟石莲属植物叶插的影响

不同基质和拟石莲属植物品种对叶插生根率和长势造成一定差异 (图 1、表 3)。基质—品种

表 1 不同基质的物理性质分析

Tab. 1 Physical properties of different substrates

基质 substrates	容重/(g·cm ⁻³) unit weight	总孔隙度/% total porosity	通气孔隙度/% aeration porosity	持水孔隙度/% water-holding porosity
A	0.179±0.031 bB	77.00±2.43 bB	12.80±1.03 bB	64.20±4.12 aA
B	0.118±0.046 cB	82.60±1.63 aA	23.40±3.47 aA	59.20±3.34 aA
C	0.984±0.077 aA	46.80±1.09 cC	3.73±0.84 cC	43.07±3.90 bB

注: 基质 A、B 和 C 分别为 $V_{\text{泥炭土 422\#}}:V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 、 $V_{\text{泥炭土 680\#}}:V_{\text{珍珠岩}}=3:2$ 和 $V_{\text{本地红壤土}}:V_{\text{珍珠岩}}=3:2$; 小写字母表示差异达显著水平 ($P<0.05$), 大写字母表示差异达极显著水平 ($P<0.01$); 下同。

Note: Substrate A, B and C are $V_{\text{peat soil 422\#}}:V_{\text{perlite}}=3:2$, $V_{\text{peat soil 680\#}}:V_{\text{perlite}}=3:2$ and $V_{\text{local red loam}}:V_{\text{perlite}}=3:2$; lowercase indicates significant differences at 0.05 levels and capital indicates extremely significant differences at 0.01 levels; the same as below.

表 2 不同基质的化学性质分析
Tab. 2 Chemical properties of different substrates

基质 substrates	w(有机质)/% organic matter content	w(碱解氮)/(mg·kg ⁻¹) alkali-hydrolyzale nitrogen content	w(有效磷)/(mg·kg ⁻¹) available phosphate content	w(速效钾)/(mg·kg ⁻¹) rapidly available potassium content	pH	EC/(μs·cm ⁻¹)
A	44.58±2.12 aA	216.6±8.9 aA	54.4±5.69 aA	97.1±7.15 aA	5.6	180
B	31.20±3.98 bB	150.4±11.3 bB	32.7±3.15 bB	46.6±5.25 bB	6.2	150
C	3.62±0.47 cC	16.7±2.61 cC	21.5±4.77 cC	27.7±5.18 cC	6.2	150

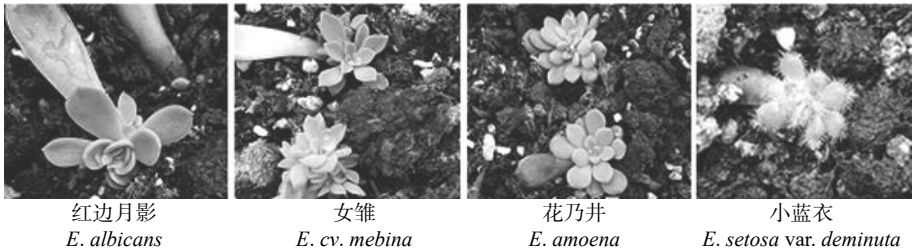


图 1 4 种拟石莲属植物在基质 B 中叶插 60 d 的状态

Fig. 1 The status of four *Echeveria* plants after 60 days of leaf cutting under substrates B

表 3 4 种拟石莲属植物叶插生根和直径

Tab. 3 Rooting rate and diameter of the four *Echeveria* plants under different substrates

基质 substrates	品种 varieties	生根率/% rooting rate	新芽直径/cm bud diameter
A	红边月影 <i>E. albicans</i>	92.22±1.52 cdBC	1.43±0.08 dD
	女雏 <i>E. cv. mebina</i>	100.00±0.00 aA	1.91±0.16 cC
	花乃井 <i>E. amoena</i>	96.67±2.11 bAB	1.66±0.18 cdCD
	小蓝衣 <i>E. setosa</i> var. <i>diminuta</i>	78.88±1.17 eD	0.92±0.11 eE
B	红边月影 <i>E. albicans</i>	94.44±1.66 bcBC	1.28±0.23 dD
	女雏 <i>E. cv. mebina</i>	92.22±1.65 cdBC	2.43±0.22 bB
	花乃井 <i>E. amoena</i>	100.00±0.00 aA	3.06±0.27 aA
	小蓝衣 <i>E. setosa</i> var. <i>diminuta</i>	77.77±3.05 eD	0.92±0.11 eE
C	红边月影 <i>E. albicans</i>	90.00±1.93 dC	0.95±0.08 eE
	女雏 <i>E. cv. mebina</i>	91.11±1.63 dC	1.69±0.26 dCD
	花乃井 <i>E. amoena</i>	96.67±1.97 bAB	1.65±0.12 dD
	小蓝衣 <i>E. setosa</i> var. <i>diminuta</i>	71.11±2.61 fE	0.58±0.08 fE

双因素完全随机试验的统计分析发现：基质对叶插生根率的影响不显著 ($P=0.125\ 1$)，品种间的叶插生根率差异显著或极显著 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$)，基质和品种间存在互作效应且达极显著水平 ($P<0.01$)。进一步多重比较表明：基质 A 和 B 之间差异不显著，两者与基质 C 差异均达极显著水平。4 个品种的叶插生根率从高到低依次分别为花乃井、女雏、红边月影和小蓝衣，差异均达显著或极显著水平。互作效应多重比较表明：红边月影和花乃井在基质 B 上叶插繁殖生根率最高，女雏和小蓝衣在基质 A 上生根率最高。

就新芽直径而言，叶插基质和品种对新芽直径的影响均达显著水平 ($P<0.05$)，基质和品种间

存在互作效应且达极显著水平 ($P<0.01$)。进一步多重比较表明：基质 A、B 和 C 之间差异均达极显著水平，其中基质 B 产生的新芽直径最大，效果最好。4 个品种的新芽直径从高到低依次为花乃井、女雏、红边月影和小蓝衣，花乃井和女雏之间差异不显著，女雏、红边月影和小蓝衣之间差异均达极显著水平。互作效应多重比较表明：所有 4 个品种在基质 B 上叶插繁殖新芽直径均最大。

2.3 不同基质对拟石莲属雪莲播种发芽率的影响

雪莲种子在 3 种基质中的发芽时间基本一致，均耗时约 20 d；不同基质对雪莲种子的发芽率和发芽指数均有极显著影响，其中基质 A 表现最好，其次是基质 B，基质 C 最差(图 2、表 4)。

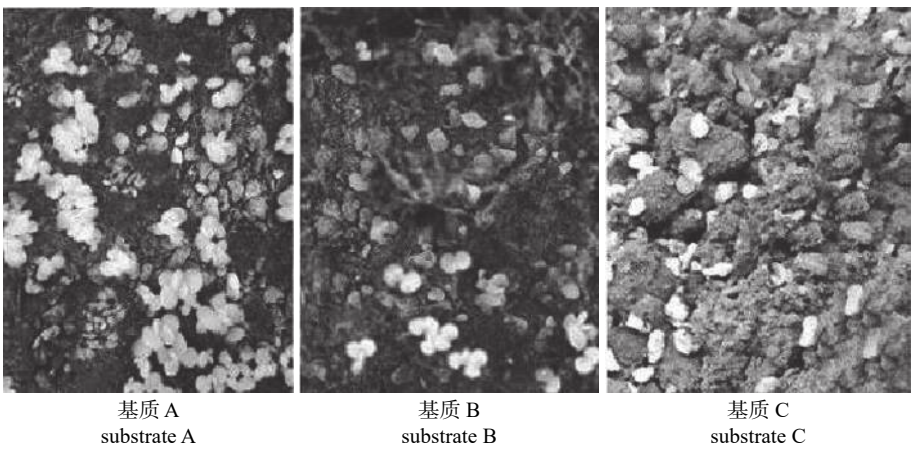


图 2 雪莲种子在 3 种基质中发芽 20 d 的情况

Fig. 2 The germination situation of *E. laui* seeds after 20 days under three substrates

表 4 不同基质对拟石莲属雪莲种子发芽的影响

Tab. 4 Effects of different substrates on the seed germination of *E. laui*

基质 substrates	发芽率/% germination rate	发芽指数 germination index
A	92.40±2.32 aA	19.88±1.20 aA
B	58.10±2.30 bB	12.63±0.68 bB
C	19.83±3.00 cC	3.44±0.69 cC

2.4 基质理化性质与植物生长状态的相关性分析

由表 5 可知: 叶插生根率与基质中有机质、碱解氮、总孔隙度和持水孔隙度呈显著或极显著

正相关, 与容重呈显著负相关; 但新芽直径仅与通气孔隙度有极显著正相关关系; 而种子发芽率与基质的有机质, 氮、磷、钾元素含量和持水孔隙度呈显著正相关。由此可见, 对发芽率和生根率均有显著影响的共性因素包括: 基质中有机质含量、氮元素含量和持水孔隙度, 并且这 3 个因素互相呈极显著正相关关系, 而通气孔隙度对拟石莲花属植物生长速度有极显著影响, 因此, 拟石莲花属植物发芽或生根后, 可移植到通气孔隙度高的基质中以利于幼苗的进一步生长。

表 5 基质理化性质与拟石莲花属多肉植物叶插和发芽情况的相关性分析

Tab. 5 Correlation analysis between the physicochemical properties of substrate and leaf cuttings and germination of *Echeveria* plants

项目 item	OM	AHN	AP1	RAP	pH	EC	UW	TP	AP2	WHP	RR	BD	GR
OM	1												
AHN	1.00**	1											
AP1	0.92	0.93	1										
RAP	0.9	0.9	1.00**	1									
pH	-0.75	-0.75	-0.94	-0.96*	1								
EC	0.75	0.75	0.94	0.96*	-1.00**	1							
UW	-0.93	-0.92	-0.71	-0.66	0.44	-0.44	1						
TP	0.9	0.89	0.66	0.61	-0.38	0.38	-1.00**	1					
AP2	0.63	0.62	0.29	0.22	0.04	-0.04	-0.88	0.91	1				
WHP	1.00**	1.00**	0.89	0.86	-0.7	0.7	-0.95*	0.93	0.68	1			
RR	0.99*	0.99*	0.85	0.82	-0.64	0.64	-0.97*	0.96*	0.74	1.00**	1		
BD	0.55	0.54	0.19	0.12	0.15	-0.15	-0.82	0.86	0.99**	0.6	0.67	1	
GR	0.99*	0.99*	0.98*	0.96*	-0.85	0.85	-0.85	0.81	0.49	0.97*	0.95	0.4	1

注: OM. 有机质; AHN. 碱解氮; AP1. 有效磷; RAP. 速效钾; UW. 容重; TP. 总孔隙度; AP2. 通气孔隙度; WHP. 持水孔隙度; RR. 生根率; BD. 新芽直径; GR. 发芽率。“*”和“**”分别表示相关显著 ($P<0.05$) 和极显著 ($P<0.01$)。

Note: OM. organic matter; AHN. alkali-hydrolyzale nitrogen; AP1. available phosphate; RAP. rapidly available potassium; UW. unit weight; TP. total porosity; AP2. aeration porosity; WHP. water-holding porosity; RR. rooting rate; BD. bud diameter; GR. germination rate. “*” and “**” mean significant ($P<0.05$) and extremely significant ($P<0.01$) level, respectively.

3 讨论

基质的理化性质对植物种子萌发和生长有重要影响,良好的基质为植物生长发育提供足够的空气、养分、水分和支撑力。王文英等^[19]研究表明:不同基质组合处理对圆叶景天前期和后期每项生长指标影响差异显著;薄姝琴等^[20]认为基质成分中含有丰富的营养物质,保水效果良好,整体结构稳定的条件下景天科植物生根率和成活率最高;王娟等^[21]研究发现基质理化性质动态变化对草莓产量影响极显著,其 T1 基质可提高草莓产量 19.69%。本研究发现:基质中有机质含量、氮元素含量和持水孔隙度对拟石莲花属多肉植物的叶插生根率和播种发芽率均为显著正相关,而通气孔隙度对生长速度有极显著影响。本研究结果是前人研究结果的深入和补充。江胜德^[22]认为适宜的园艺栽培基质容重为 0.1~0.8 g/cm³,总孔隙度为 54%~96%,通气孔隙度为 15%~30%。本研究基质 B 完全符合该指标,基质 A 部分符合,基质 C 所有指标均不符合,这可能是基质 C 的叶插生根率和发芽指标均低于基质 A 和 B 的主要原因。景天科拟石莲属植物较适宜在弱酸性土壤中生长,本研究采用的 3 种基质均为弱酸性土壤,但三者 EC 值均偏低,可能需要补充一定的矿质元素养分。

丁新景^[11]研究发现: $V(\text{蚯蚓粪}):V(\text{金针菇渣}):V(\text{珍珠岩})=9:3:8$ 时拟石莲属雪莲生长效果好于传统的泥炭复配基质,其原因是蚯蚓粪能够促进雪莲生长,金针菇渣能够提高基质持水性能,两者以一定比例搭配使复配基质的理化性质更为合理。卢超等^[23]研究了不同的泥炭、蛭石和珍珠岩配比,认为 $V(\text{泥炭}):V(\text{蛭石})=3:1$ 的配比接近理想基质标准,有机质和矿质元素均高于对照基质,同时对白术的育苗效果显著高于对照,可以作为适宜的白术育苗基质。康红梅等^[24]研究发现八宝景天和玫红景天在透气性和保水能力好的基质中成苗率达 90%。高小燕等^[25]研究认为不同基质对景天科植物扦插生根的影响不同, $V(\text{草炭}):V(\text{纯砂}):V(\text{纯土})=1:1:1$ 的生根率最高,不同品种的景天科植物根数、根长和生根率存在显著差异。田霞^[13]提出栽培拟石莲属的最佳基质是 $V(\text{腐殖土}):V(\text{珍珠岩})=1:1$ 。本研究也发现:基质对景天科拟石莲花属植物的叶插

新芽直径和播种发芽率均存在显著影响,与前人研究一致。郑义^[26]研究发现:6 种景天科植物的扦插生根时间和生长速度存在差异,但成活率全部达 100%;孙丽萍^[27]的研究也得到类似的结论。本研究也发现:不同基质对景天科拟石莲花属植物的叶插生根率差异不显著,与前人相关研究较为一致。王丽花等^[28]研究了 25 个品种景天科多肉植物,发现品种间的扦插成活率和生长速度存在显著差异,有的品种扦插成活率甚至为 0。魏玉荣等^[29]报道不同品种的景天扦插生根率有差异。本研究发现:4 个景天科拟石莲花属植物品种间的生根率和新芽直径均达显著或极显著水平,与前人结果类似。王岩等^[30]对耐寒景天植物在不同基质中扦插的研究发现:不同的景天物种和基质存在互作效应,不同基质对扦插成功率影响达极显著水平。本研究同样发现:就景天科拟石莲花属植物叶插生根率和新芽直径而言,基质与品种间的互作效应达极显著水平,说明对于某一特定景天科拟石莲花属植物叶插或播种繁殖,可通过研究其特定的优势基质进一步提高繁育效率。

大量研究均表明:泥炭是多种园艺植物栽培及育苗的良好基质,优良基质配方中大多含有泥炭且效果良好^[19-21, 23]。本研究中,不同类型的基质其理化性质存在显著差异,对景天科拟石莲花属植物的叶插和播种影响也有显著差异,2 种含有泥炭的基质均表现优秀。但不同理化性质的泥炭对景天科拟石莲花属植物的叶插和播种效果差异显著,孔隙小但持水性较好的 422#泥炭对女雏和小蓝衣的生根效果优于孔隙度更大的 680#泥炭,而红边月影和花乃井正好相反,同时 4 个参试材料在 680#泥炭上的生长状态均表现更好。有研究表明:植物激素的合理应用可以增加景天科多肉植物的扦插成苗率和发芽率^[25],本研究中小蓝衣叶插生根率最低(低于 80%),是否可以通过添加激素进一步提高其繁殖效率,还有待于进一步研究。

致谢:感谢攀枝花市丽新园艺技术有限公司提供实验场地,感谢该公司夏斌和杨军同志对本研究实验操作技术方面的指导。

[参考文献]

- [1] GARCÍA-RUIZ I, TORRES I, COSTEA M. A new spe-

- cies of *Echeveria* (Crassulaceae) from Michoacán, Mexico[J]. Systematic Botany, 2016, 41(4): 966. DOI: [10.1600/036364416X694071](https://doi.org/10.1600/036364416X694071).
- [2] 许贤书,郑俊鸣,方笑,等. 常态下景天科室内观赏植物释放负离子的研究[J]. 热带作物学报, 2016, 37(11): 2127. DOI: [10.3969/j.issn.1000-2561.2016.11.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-2561.2016.11.015).
- [3] 德力格尔,李媛媛,张天俊,等. 半干旱地区观赏地被植物应用研究[J]. 北方园艺, 2016(3): 87. DOI: [10.11937/bfy.201603024](https://doi.org/10.11937/bfy.201603024).
- [4] 曹艳春,司志国,赵振利. 郑州市郑东新区屋顶花园植物种类调查及健康评价[J]. 北方园艺, 2016(15): 81. DOI: [10.11937/bfy.201615021](https://doi.org/10.11937/bfy.201615021).
- [5] 董艳芳,童俊,毛静,等. 多肉植物的叶插繁殖试验[J]. 北方园艺, 2018(9): 115. DOI: [10.11937/bfy.20170232](https://doi.org/10.11937/bfy.20170232).
- [6] 刘芳,唐映红,袁有美,等. 多肉植物劳尔的组织培养[J]. 植物学报, 2016, 51(2): 251. DOI: [10.11983/CBB15036](https://doi.org/10.11983/CBB15036).
- [7] 魏建生,刘忠杰,李云凤,等. 迪庆州大花红景天种子育苗和扦插繁殖技术研究[J]. 西部林业科学, 2017, 46(4): 133. DOI: [10.16473/j.cnki.xblykx1972.2017.04.024](https://doi.org/10.16473/j.cnki.xblykx1972.2017.04.024).
- [8] 朱上游,谭长银,曹雪莹,等. 生长基质对伴矿景天扦插苗生长和生理特性的影响[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2018, 41(5): 34. DOI: [10.7612/j.issn.2096-5281.2018.05.006](https://doi.org/10.7612/j.issn.2096-5281.2018.05.006).
- [9] 顾永华,李耿,耿蕾. 景天科观赏植物“巴”的叶片扦插技术[J]. 北方园艺, 2012(9): 71.
- [10] 尹明华,徐志坚,黄玮,等. 江西山药种质资源遗传多样性及其组培苗遗传稳定性的 RAPD 检测[J]. 中草药, 2016, 47(19): 3486. DOI: [10.7501/j.issn.0253-2670.2016.19.022](https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2016.19.022).
- [11] 丁新景. 不同基质及根际促生菌对景天科植物雪莲的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
- [12] 张黎,张玲丽. 不同基质景天叶插育苗对比试验[J]. 北方园艺, 2007(2): 110.
- [13] 田霞. 几个景天科植物引进种的适应性及繁殖技术研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2009.
- [14] 唐菁,康红梅. 几种栽培花卉基质的理化特性研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(2): 291. DOI: [10.3321/j.issn:0564-3945.2006.02.018](https://doi.org/10.3321/j.issn:0564-3945.2006.02.018).
- [15] 郝志华,顾偲铖,黄洁兰,等. 常见多肉植物繁育技术的研究进展[J]. 广东蚕业, 2017, 51(4): 13. DOI: [10.3969/j.issn.2095-1205.2017.04.10](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-1205.2017.04.10).
- [16] 高文瑞,王欣,徐刚,等. 猪发酵床废弃垫料不同配比基质对辣椒生长及品质的影响[J]. 土壤, 2017(6): 1100. DOI: [10.13758/j.cnki.tr.2017.06.005](https://doi.org/10.13758/j.cnki.tr.2017.06.005).
- [17] 钱仁卷. 金钱树 (*Zamioculcas zamiifolia*) 栽培基质及需肥特性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [18] TANG Q Y, ZHANG C X. Data processing system (DPS) software with experimental design, statistical analysis and data mining developed for use in entomological research[J]. Insect Science, 2013, 20(2): 254. DOI: [10.1111/j.1744-7917.2012.01519.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2012.01519.x).
- [19] 王文英,马进. 圆叶景天有机生态型无土绿化栽培基质筛选[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(5): 231. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1302.2011.05.093](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1302.2011.05.093).
- [20] 薄姝琴,马金宝,许宝奎,等. 2 种景天科植物的栽培与繁殖研究[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(23): 21. DOI: [10.3969/j.issn.1007-7731.2014.23.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-7731.2014.23.009).
- [21] 王娟,陈立新,刘力勇,等. 不同复合基质理化性质对草莓产量的影响及其主成分分析[J]. 北方园艺, 2018(20): 52. DOI: [10.11937/bfy.20182329](https://doi.org/10.11937/bfy.20182329).
- [22] 江胜德. 现代园艺栽培介质: 选购与应用指南[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [23] 卢超,何银生,张美德,等. 不同基质配比对白木幼苗生长的影响[J]. 种子, 2016, 35(5): 91. DOI: [10.16590/j.cnki.1001-4705.2016.05.091](https://doi.org/10.16590/j.cnki.1001-4705.2016.05.091).
- [24] 康红梅,付宝春,王松,等. 八宝景天叶片扦插繁殖技术研究[J]. 山西农业科学, 2014, 42(11): 1186. DOI: [10.3969/j.issn.1002-2481.2014.11.10](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-2481.2014.11.10).
- [25] 高小燕,李连国,江少华,等. 不同浓度 NAA 与基质对景天扦插生根的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2009, 30(2): 100.
- [26] 郑义. 几种景天科植物扦插繁殖研究[J]. 中国农业信息, 2013(13): 62.
- [27] 孙丽萍. 几种景天科植物扦插繁殖研究[J]. 北方园艺, 2012(2): 76.
- [28] 王丽花,瞿素萍,杨秀梅,等. 景天科多肉植物在昆明地区引种试验[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(15): 106. DOI: [10.15889/j.issn.1002-1302.2017.15.027](https://doi.org/10.15889/j.issn.1002-1302.2017.15.027).
- [29] 魏玉荣,张颖笑. 银川地区不同品种景天繁育与栽培适应性研究[J]. 农业科学研究, 2012, 33(2): 55. DOI: [10.3969/j.issn.1673-0747.2012.02.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-0747.2012.02.013).
- [30] 王岩,涂传炜,路光. 耐寒景天植物繁殖技术研究[J]. 中国园艺文摘, 2011, 27(11): 23. DOI: [10.3969/j.issn.1672-0873.2011.11.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-0873.2011.11.010).

责任编辑: 何馨成