

## 十二卷寿类杂交技术研究

陈博, 王海栋 (北京农业职业学院园艺系, 北京 102442)

**摘要** 以“大久保白银”( *Haworthia emelyae* var. *emelyae* )及3种实生寿类十二卷属植株作为试验材料进行杂交育种, 研究父母本选取原则、杂交流程、十二卷植物柱头的窗口期, 提高十二卷杂交授粉的结实率和种子的质量; 探析十二卷适宜播种土的配制; 总结分析十二卷杂交种子的结实率、萌发率, 选择杂交优良组合。结果表明, 十二卷花朵最佳授粉时间是花朵开放48 h后, 此时花瓣边缘开始透明, 柱头膨大; 杂交组合1(大久保白银×实生一号)单果种子数量最高为15粒, 萌发幼苗比较健壮; 杂交组合2(实生一号×实生二号)最终收获种子数量最多, 父母本杂交授粉亲和度最高; 杂交组合4(实生四号×大久保白银)幼苗叶片疣点明显优于其他3个组合。

**关键词** 十二卷寿类; 杂交育种; 养护管理

**中图分类号** S682.33 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)05-0040-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Analysis on the Hybridization Technology of *Haworthia emelyae*

CHEN Bo, WANG Hai-dong (Department of Horticulture, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442)

**Abstract** *Haworthia emelyae* var. *emelyae* and the other three kinds of *Haworthia emelyae* plants were used as experimental materials for cross breeding, and the selection principle of parents, cross flow and window period of stigma of *Haworthia emelyae* plants were explored, in order to improve seed setting rate and seed quality of cross pollination in *Haworthia emelyae*, the suitable sowing soil of *Haworthia emelyae* was selected, the seed setting rate and germination rate of *Haworthia emelyae* of hybrid seeds was summarized and analyzed. The results showed that the best pollination time for flowers of *Haworthia emelyae* was 48 hours after the flowers bloom, when the petals began to be transparent and the stigma expands; hybrid combination 1 (*Haworthia emelyae* var. *emelyae* × Shisheng No. 1) had the highest number of 15 seeds per fruit, and the germinated seedlings were relatively stronger; hybrid combination 2 (Shisheng No. 1 × Shisheng No. 2) harvested the most seeds, and the cross pollination affinity of parents was the highest; hybrid combination 4 (Shisheng No. 4 × *Haworthia emelyae* var. *emelyae*) was superior to the other three combinations on wart points in leaves.

**Key words** *Haworthia emelyae*; Cross breeding; Maintenance management

百合科(Liliaceae)十二卷属寿类(*Haworthia emelyae*)是多年生草本植物, 原产南非开普敦, 当地为地中海气候, 冬季昼夜温差大, 夏季罕有降雨。因生活环境干旱, 寿类的叶片部分肥厚多汁, 叶上部呈透明至半透明的“窗”状结构, 极具观赏价值。日本在20世纪80年代后期, 从原产地南非大量引入十二卷进行园艺育种, 通过20年的发展, 十二卷在日本已经形成独特的文化, 2000年在日本十二卷协会的带动下, 日本园艺师陆续发布了十二卷优秀品种<sup>[1]</sup>。

十二卷新品种的选育方法有很多, 突变育种和杂交育种是常见的方法, 但突变育种得到的品种性状往往缺乏目的性; 而杂交育种的目的性更强, 十二卷的育种方向往往与审美倾向密切相关, 其株型、纹理、色泽、质感、窗体大小及其通透程度均可作为育种目标<sup>[2]</sup>。国外早在20世纪五六十年代开始发展快速扩繁技术, 但此方法在十二卷繁殖方面应用较晚。当前国内园艺师通常使用实生苗选种的方式筛选优良植株, 通过叶插、砍头等方式对新品种进行繁殖, 然而十二卷的生长缓慢, 一颗十二卷寿类的种子从萌发到成株往往需要5年, 而玉扇和万象则更久, 由于育种周期长, 国内关于十二卷的育种研究较少, 导致十二卷类多肉植物的研究多停留在从日本和美国等国家引种和无性扩繁层面上, 缺少自主知识产权的新品种<sup>[3]</sup>。

目前关于多肉植物的繁殖技术研究, 日本、韩国、荷兰已形成工业化生产, 市场稳定<sup>[4]</sup>; 而国内, 虽然扩繁技术已经成熟, 但市场鱼龙混杂, 以次充好, 积压品种、恶意炒作、扰乱市场; 多肉爱好者盲目跟风、追求流行品种, 忽视其适宜栽培的气候、环境因素、技术要点和文化内涵, 导致植物难以呈现出最佳的生长状态、品种价格忽高忽低, 使我国十二卷市场出现短暂的火爆后, 以无人问津而告终。从市场现象分析发现, 十二卷寿类等多肉植物扩繁技术相对容易掌握, 养活容易、养好难, 虽然市场生产力强, 但爱好者缺乏养护技术和对其自然灵魂的爱, 反将其变成一种投资、理财的产品, 没有推陈出新的动力。笔者通过设定符合市场需求的育种目标, 探析十二卷寿类杂交和栽培技术, 为培育更多优良十二卷品种奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 亲本的选择

**1.1.1 亲本选取的原则。** 杂交育种为定向育种的重要方法, 选择的亲本性状直接关系到培育出子代的性状, 因而杂交育种的第一步应是明确育种目标, 选择能够实现育种目标的父母本。该试验材料为白银寿, 根据其品级甄别标准, 育种目标主要集中在株型、株径、叶形、白度、疣点等方面。西亚基的瓦苇栽培与管理研究结果显示, 在十二卷遗传中, 父本遗传主要是窗纹、窗表面特征(如绒毛凸凸)等, 而锦变、株型、叶形、根系, 则更多取决于母本遗传<sup>[5-6]</sup>。所以该试验主要选择白度、疣点性状优良的植株作为父本, 选取株型、株径、叶形优良的植株作为母本, 开展杂交育种。

**1.1.2 亲本选取注意事项。** 首先要选择根系强壮的植物作

**基金项目** 2021—2022年北京市职业院校优秀青年骨干教师培养项目; 北京农业职业学院院级课题(XY-XF-21-01)。

**作者简介** 陈博(1983—), 女, 吉林大安人, 副教授, 博士, 从事园林植物育种研究。

**收稿日期** 2021-06-02

为亲本。十二卷具有强大的根细胞,通常呈萝卜根,用来储存营养物质与水分,植物的健康程度取决于根系,但由于根系深埋在土壤中无法直接观察,所以要通过观察植物窗体是否饱满、轻微晃动植株是否牢固等情况判断根系发达程度;其次选择花剑强壮的植株作为亲本。花剑状态直接影响杂交种子的结实率以及收获种子的数量。在十二卷寿类中带锦植物通常比较珍贵稀少,市场上组培品种带锦的价格都会高于同等品种 5~8 倍,因为带锦实际上是植物的一种病态特征,影响植物叶绿素分泌,导致植物无法进行正常的光合作用或者效率非常低,带锦植物的花剑非常弱小,增

加了授粉难度。再次,选取花期可遇的植株。由于个体差异以及不同品种特性不同,如夏型种十二卷雄蕊比柱头先成熟分泌花粉,所以要把握花期,科学授粉<sup>[7]</sup>。

**1.1.3 杂交组合设计。**根据育种目标和植株特点,选择大久白银、实生一号、实生二号、实生三号 and 实生四号作为亲本,每个亲本的重要性状特征见表 1 和图 1;设置 4 组杂交组合(组合 1,大久保白银×实生一号;组合 2,实生一号×实生二号;组合 3,实生三号×实生一号;组合 4,实生四号×大久保白银)。

表 1 十二卷寿类杂交亲本主要特征

Table 1 Main characteristics of parents of *Haworthia emelyae*

序号 No.	名称 Name	叶形 Blade profile	株型 Plant type	株高 Plant height//cm	窗体表现 Form representation
1	大久保白银	丸叶	球状型	14	白度面积小、疣点大
2	实生一号	等腰三角形	塔状型	10	面积大、疣点小且密集
3	实生二号	柳叶形	塔状型	8	白度面积大、疣点大
4	实生三号	丸叶	球状型	8	疣点大、瓷度高
5	实生四号	等边三角形	平叠型	8	白度面积小、疣点大且密



图 1 杂交亲本形态特征

Fig. 1 Morphological characteristics of hybrid parents

**1.2 授粉技术** 寿类通常在每年的 12 月到次年 3 月开花,因个体年龄、状态不同可能仅出现 2~3 个花剑也属于正常现象。有些品种如“青蟹”“芭堤雅”会在 5—7 月开花。十二卷寿类每一朵花可以开 50~64 h,这与品种种类和栽培环境有关。

**1.2.1 授粉时期。**授粉在阳光房内进行,不同时期杂交授粉试验依据授粉时期设 3 个分组:第一组花朵绽放 3 h 内授粉,第二组花朵绽放 24 h 后授粉,第三组花朵绽放 48 h 后授粉。杂交授粉在每天上午进行,选择发育正常的各层适宜授粉花蕾进行杂交,每个时期各有 2 组参考。

**1.2.2 授粉方法。**授粉工具根据个人经验、喜好可酌情准备,通常需要弯头镊子、授粉笔、垃圾桶即可。授粉操作流程:第一步,用弯头镊子去除花瓣;第二步,用弯头镊子去除所有雄蕊,注意不要伤到子房,影响授粉成功率;第三步,用授粉笔采集父本花粉;第四步,用充满花粉的授粉笔轻扫柱头,注意用力过猛会导致柱头脱落,授粉失败;第五步,等待 7~10 d,授粉成功后子房会渐渐膨胀。

**1.2.3 果实采集时间与方法。**通常授粉成功后,需要 30~40 d 果实完全成熟,果实表皮干燥、呈枯黄色,顶端开裂成 6 瓣,收集即可。但考虑开裂后,种子会随之爆裂式喷出,增加

收集难度,可在果实表皮变色未开裂之前收集。

### 1.3 播种技术

**1.3.1 前期准备。**十二卷的生长大致分为 4 个阶段,即幼苗期(未长出真叶前,此时土壤要求保温保湿、无菌即可,施肥会导致根部死亡、整株枯黄或者徒长出现僵尸苗);苗期(长到 3~4 片真叶,此时土壤需要施肥来加快十二卷的生长,施肥量因地区、环境、气候等差异而不同);亚成株(已经具备观赏价值、根系发达,此时土壤需要通风、透气,肥力可以增加至 60%左右,适当降低土壤水分含量避免烂根);成株(观赏价值达到顶峰,根系强健。此时土壤肥力可以达到 95%左右,保证正常生长条件即可)。由于十二卷生长缓慢且家庭养殖存在烂根、烂叶的现象,所以大多数家庭种植选择 90%颗粒土养殖,增加透水、透气性,保证根系健康,但十二卷种子的萌发需要满足温度和湿度这 2 个主要条件<sup>[8-9]</sup>,所以该试验采用 10~20 mm 的泥炭、1~3 mm 的蛭石、1~3 mm 的珍珠岩、1~3 mm 的赤玉土混合配比,比例是 5:2:2:1。特别说明,试验所用的播种土,为便于后期观察幼苗性状而特别配制,不适用于普通播种。通用播种土比例泥炭土(10~20 mm)、珍珠岩(3~6 mm)、蛭石(6~9 mm)4:4:2。播种器皿采用 7 cm 黑方,具备保湿功能的透明盒子。注意

7 cm 黑方不要填满土壤,不利于幼苗后期生长,填至 2/3 位置即可。由于十二卷种子的萌发过程始终保持在温度 25 ℃ 以上、湿度 70% 以上,容易滋生细菌,采用高锰酸钾作为消毒药品,此药品来源丰富,用法简单,配制 1:10 000 溶液即可,高锰酸钾不仅可以用于消毒,其中钾元素也可以提供幼苗时期生长的养分。

**1.3.2 播种方法。**十二卷播种方法简单,可以用牙签进行点播,也可以用播种器。注意不要过于密集,影响幼苗生长<sup>[10]</sup>,通常十二卷的播种时间分为春天播种与秋天播种,新鲜的十二卷种子,播种后 10 d 开始萌发,25 d 后全部萌发(与播种环境有直接关系)。

表 2 十二卷寿类杂交结实情况

Table 2 Seed setting of hybridization of *Haworthia emelyae*

组合 Combination	授粉花朵数量 Number of pollinated flowers	结实朵数 Number of fruiting flowers	结实率 Maturing rate//%	单果种子数量 Number of single fruit seeds//粒	种子总量 Total seeds//粒
1	12	7	58	15	105
2	15	10	66	12	120
3	10	7	70	13	91
4	11	5	45	10	50

**2.2 不同授粉时期结实情况对比** 由表 3 可知,第一组授粉效果最差,第二组结实率较高,但单果种子数量没有第三组多。由此可知,十二卷花朵最佳授粉时间是花朵开放 48 h

## 2 结果与分析

**2.1 不同亲本组合结实情况对比** 由表 2 可知,组合 2 和组合 3 结实率较高在 60% 以上;而组合 1 和组合 4 结实率相对低一些,在 45%~58%;单果种子数量也出现差异,各组合最终收获种子数量主要取决于结实率和单果种子数量,组合 1 虽然结实率较低,仅为 58%,但单果种子数量最高,达 15 粒,最终收获种子数量为 105 粒;组合 3 虽然结实率最高,为 70%,但单果种子数量为 13 粒,最终收获种子数量为 91 粒;由此可知,组合 1 和组合 3 父本相同,母本的授粉花朵数量不同,结实率出现明显差异。组合 2 最终收获种子数量是 4 个组合中最多的,说明组合 2 试验父母本杂交授粉亲和度最高。

后授粉,此时花瓣边缘开始透明,柱头膨大,呈半透明状。注意花朵开败后花瓣闭合,花朵内部充满花蜜此时操作难度加大,花粉不易采集。

表 3 不同授粉时期结实情况

Table 3 Seed setting at different pollination stages

编号 Number	授粉时期 Pollination period	授粉花数量 Number of pollinated flowers	结实率 Seed setting rate//%	单果种子数量 Number of single fruit seeds	种子总量 Total seeds
第一组 The first group	开放 3 h	10	40	11	44
第二组 The second group	开放 24 h	10	60	17	102
第三组 The third group	开放 48 h	10	50	24	120

**2.3 杂交种子萌发情况对比** 由于授粉父母本存在差异,选取同样数量的种子,在温度、湿度、土壤、杀菌药物等相同环境因素下,测试不同杂交组合产生种子的发芽情况。由表 4 可知,组合 2、3 发芽率、30 d 后存活苗数相比组合 1、4 高。

表 4 杂交种子萌发情况

Table 4 Germination of hybrid seeds

组合 Combination	播种数 Sowing number	出苗数 Number of emergence	30 d 后 存活苗数 Number of surviving seedlings after 30 days	发芽率 Germination percentage %
1	50	21	11	42
2	50	30	17	60
3	50	28	18	56
4	50	17	8	34

观察发现,组合 1 的幼苗明显继承母本特点,较同期播种幼苗体积更大(图 2);组合 4 幼苗发芽率、30 d 后存活数都非常低,证明实生四号与大久保白银杂交父母本亲和程度不高,但组合 4 幼苗叶片斑点明显优于其他 3 个组合(图 3),有

可能出现表现性状良好的个体,待后续观察。



图 2 组合 1 后代体积较大的幼苗

Fig. 2 The larger offspring of combination 1

使污染土浸出液中的总铬和  $\text{Cr}^{6+}$  达到修复目标值, 养护 30 d, 还原稳定效率达到 100%, 因此 8% 氯化亚铁+4% 硫化钠为该铬污染场地的最佳复配还原稳定剂。

(3) 添加不同百分比的硫酸亚铁+硫化钠和氯化亚铁+硫化钠, 对场地污染土壤 pH 影响不大; 添加不同百分比的硫酸亚铁+硫化钠和氯化亚铁+硫化钠, 养护 3 d 和养护 30 d, 对场地污染土壤 pH 影响不大。

### 参考文献

- [1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 272.
- [2] 丁翼. 铬化合物生产与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 1-6.
- [3] 甄常亮, 那贤昭, 齐渊洪, 等. 电炉渣铬浸出行为及资源化利用风险分析[J]. 环境工程, 2012, 30(4): 93-95.
- [4] 刘帅霞, 陈亮, 高玉梅. 两段式还原工艺处理铬渣的生产性研究[J]. 环境工程, 2012, 30(3): 93-95.
- [5] 环境保护部, 发展改革委, 工业和信息化部, 等. “十二五”危险废物污染防治规划[EB/OL]. (2012-10-23) [2017-09-23]. [http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201210/t20121023\\_240228.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201210/t20121023_240228.htm).
- [6] 梁金利, 蔡焕兴, 段雪梅, 等. 还原法修复六价铬污染土壤的研究[J]. 环境科学与管理, 2013, 38(3): 80-83.
- [7] MEEGODA J N, KAMOLPORNIWIT J, VACCARI D A, et al. Remediation of chromium-contaminated soils: Bench-scale investigation[J]. Practice periodical of hazardous toxic and radioactive waste management, 1999, 3(3): 124-131.
- [8] 韩怀芬, 蒲凤莲, 裘娟萍. 生物法修复铬污染土壤的研究[J]. 能源环境保护, 2003, 17(2): 7-9.
- [9] 张瑞华, 孙红文. 电动力和铁 PRB 技术联合修复铬(VI)污染土壤[J]. 环境科学, 2007, 28(5): 1131-1136.
- [10] 刘国, 余雯雯, 陈春梅, 等. 铬污染土壤的固化稳定化及药剂还原的修复研究[J]. 工业安全与环保, 2018, 44(3): 68-72.

- [11] 徐小希. 水泥基复合材料对铬污染土壤的固化/稳定化研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [12] 张家宁, 徐雪娇, 乔萌, 等. 不同还原剂对铬污染土壤中六价铬的修复效果研究[J]. 煤炭与化工, 2017, 40(10): 16-20, 75.
- [13] 李亚玲, 高煊方, 向真黎, 等. 硫系物对铬污染土壤的还原稳定化处理[J]. 环境污染与防治, 2020, 42(9): 1142-1144, 1162.
- [14] 杨武, 郭琳, 陈明, 等. 某铬盐厂 Cr(VI) 污染土壤还原稳定化效果研究[J]. 环境保护科学, 2018, 44(4): 114-120.
- [15] LOMBI E, ZHAO F J, WIESHAMMER G, et al. *In situ* fixation of metals in soils using bauxite residue: Biological effects[J]. Environmental pollution, 2002, 118(3): 445-452.
- [16] 尹贞, 廖书林, 马强, 等. 几种稳定化药剂修复铬污染土壤的研究[J]. 环境工程, 2016, 34(5): 166-169.
- [17] 吴其胜, 李玉寿, 李玉华. 复合碱组分对矿渣粉煤灰碱胶凝材料性能的影响[J]. 粉煤灰综合利用, 2001, 14(2): 22-24.
- [18] 费志军, 何锦林, 王柱红. 腐殖酸钠对贵州农业土壤中镉形态的影响[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(31): 396-401.
- [19] 李国清, 罗生全. 海藻酸钠-腐殖酸钠吸附法处理重金属废水的研究[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2007, 12(3): 226-231.
- [20] 王旌, 罗启仕, 张长波, 等. 铬污染土壤的稳定化处理及其长期稳定性研究[J]. 环境科学, 2013, 34(10): 4036-4041.
- [21] DI PALMA L, GUEYE M T, PETRUCCI E. Hexavalent chromium reduction in contaminated soil: A comparison between ferrous sulphate and nanoscale zero-valent iron[J]. Journal of hazardous materials, 2015, 281: 70-76.
- [22] CHRYSOCHOOU M, FERREIRA D R, JOHNSTON C P. Calcium polysulfide treatment of Cr(VI)-contaminated soil[J]. Journal of hazardous materials, 2010, 179(1/2/3): 650-657.
- [23] VELASCO A, RAMÍREZ M, HERNÁNDEZ S, et al. Pilot scale treatment of chromite ore processing residue using sodium sulfide in single reduction and coupled reduction/stabilization processes[J]. Journal of hazardous materials, 2012, 207/208: 97-102.

(上接第 42 页)



图 3 组合 4 后代叶片疣点

Fig. 3 The offspring with more obvious wart points in leaves of combination 4

### 3 结论与讨论

该研究对原产地实生寿类与日本园艺品种白银进行杂交, 通过提出育种目标、选择父母本、设计杂交组合方式、摸索适宜的授粉时期以及播种条件选择等, 对十二卷杂交进行研究。总体而言, 杂交种子萌发率不高, 但单果种子质量较高, 不同组合之间种子质量存在很大差异。十二卷花朵最佳

授粉时间是花朵开放 48 h 后。杂交组合 1(大久保白银×实生一号)结实率为 58%, 单果种子数量最高为 15 粒, 萌发幼苗比较健壮; 杂交组合 2(实生一号×实生二号)最终收获种子数量是 4 个组合中最多的, 说明 2 组试验父母本杂交授粉亲和度最高; 杂交组合 2、组合 3(实生三号×实生一号)的发芽率较高, 分别为 60% 和 56%; 杂交组合 4(实生四号×大久保白银)幼苗叶片疣点明显优于其他 3 个组合。

该试验也存在不足之处, 如杂交组合不够丰富, 获得可筛选的杂交后代数量有限; 杂交育种时间漫长, 尚未能筛选出稳定的高观赏性状品种。但可以通过叶片数目、株径大小、成活率、窗体疣点大小、真叶性状进行初步筛选。

### 参考文献

- [1] 许继勇, 麦瑜玲, 郑添群, 等. “高地”截形瓦苇的组织培养与快速繁殖技术研究[J]. 天津农业科学, 2006, 12(2): 8-10.
- [2] 刘树森. 浅谈寿类园艺品种的审美[J]. 花木盆景(花卉园艺), 2021(3): 34-37.
- [3] 张景新, 刘艳军, 杨静慧, 等. 激素对冰灯玉露不定芽和不定根分化的影响[J]. 天津农林科技, 2016(4): 4-6.
- [4] 任倩倩, 张京伟, 张英杰, 等. 十二卷属多肉植物的组培快繁研究进展[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(7): 12-14.
- [5] 杨锐. 鸾尾杂交育种研究[J]. 黑龙江农业科学, 2020(12): 73-76.
- [6] 孙涛. 你也能播种繁殖生石花[J]. 中国花卉盆景, 2008(8): 26-27.
- [7] 黄清俊, 丁雨龙, 杨祥敏. 植物组织培养简报摘编[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(6): 642.
- [8] 卜顺法, 方连明, 唐玉强, 等. 多肉类十二卷属花卉盆栽技术[J]. 上海农业科技, 2020(5): 96-97, 116.
- [9] 严霖, 黄显雅, 毛彦彦, 等. 南宁十二卷属多肉植物的引种试验与栽培管理技术规程[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(5): 133-136, 143.
- [10] 南方农业编辑部. 十二卷植物(二)播种繁殖[J]. 南方农业, 2012, 6(6): 90.