



空气凤梨人工授粉技术研究

郑 凯,丁久玲,梁慧敏

(江苏农林职业技术学院/江苏省农业种质资源保护与利用平台,江苏 句容 212400)

摘要:为促进空气凤梨新品种选育,以空气凤梨(*Tillandsia stricta*)为试材,从授粉工具的选择、授粉时间段、授粉花龄等方面着手,测定花粉活力和结实率等指标,优选出适合空气凤梨人工授粉的技术方法。结果表明:空气凤梨人工授粉的最佳时期为盛花期(开花 2~5 d)6:00-12:00,授粉工具宜选用牙签。

关键词:空气凤梨;人工授粉;结实率;花粉活力

空气凤梨(*Tillandsia stricta*)为凤梨科(Bromeliaceae)铁兰属(*Tillandsia*)多年生草本植物,包括近 550 个品种和 90 个变种,品种繁多、形态各异。本研究选用的空气凤梨原产于热带雨林区,穗状花序从叶丛中央抽出,小花管状,淡紫色,具花瓣 3 片,花期主要集中在 6-8 月,主要靠种子繁殖。空气凤梨通常在温室内进行栽培,与自然状态下相比,温室内缺少花粉传播的介质,如蜜蜂和蝴蝶,在温室条件下很难自然结实。因此,温室栽培种植时应适时进行人工授粉。

国外关于空气凤梨的研究多集中于空气凤梨的分布区域、代谢方式以及空气凤梨作为空气污染指示植物等方面^[1-4]。我国空气凤梨种源相对较少,相关研究尚处于起步阶段,仅有少量关于空气凤梨组织培养^[5-7]、解剖学特征^[8-9]、内源激素^[10-11]等方面的研究报道。国内外关于空气凤梨人工授粉方面的报道甚少。仅有一篇关于人工授粉的综述性报道^[12],介绍了花粉保存的方法及人工授粉适宜的温度,并未对空气凤梨人工授粉的过程进行详细研究。本研究从授粉工具选择、授粉时间段、授粉花龄等方面着手,结合花粉活力的测定,探索适宜空气凤梨人工授粉的技术方法,为其种子繁殖、人工杂交繁育和杂交新品种选育提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

供试空气凤梨从美国引进,已于江苏省农博园文洛温室内驯化培养 5~6 a,植物群体较大,花期 6-8 月。

1.2 方法

1.2.1 授粉工具的选择 选取盛花期的花朵,使用不同的授粉工具:小刷子、牙签、毛笔进行人工授粉。每种授粉工具对应选取大小一致的 50 朵花进行授粉。观察子房发育的情况,统计子房膨大率。

1.2.2 授粉时间段的确定 选取盛花期的花朵,使用适宜的授粉工具,分别在 6:00-8:00、8:00-10:00、10:00-12:00、12:00-14:00、14:00-16:00、16:00-18:00 共 6 个时间段进行人工授粉。每个时间段内授粉的花朵数为 80 朵,注意选择的授粉花朵大小应一致。观察子房发育的情况,统计子房膨大率。用 DSR-TH 温湿度记录仪记录各时间段的温度和湿度。

1.2.3 授粉花龄的确定 在不同的花龄进行人工授粉,设置 5 个授粉花龄,分别为:开花当天(1 d)、开花 2~3 d、开花 4~5 d、开花 6~7 d、开花 8~9 d,各花龄授粉的花朵数为 90 朵。注意人工授粉时应选用适宜的工具,且一天中最适宜的时间段进行。观察子房发育的情况,30 d 后统计结实率。

1.2.4 花粉活力的测定 不同时间段花粉活力的测定:选取晴朗的天气,于不同的时间段(时间段的设置同 1.2.2,共 6 个处理)采摘盛花期的花朵,剥离花药,进行花粉活力测定。采用琼脂法(10%蔗糖+0.6%琼脂为培养基),每个时间段处理制作 9 个玻片。蘸取花粉均匀的涂洒在培养

收稿日期:2018-02-23

基金项目:江苏农林职业技术学院重点科技创新资助项目(2017kj09)。

第一作者简介:郑凯(1980-),男,在读博士,副研究员,从事植物资源收集及抗性生理方面的研究。E-mail:78056829@qq.com。

通讯作者:丁久玲(1978-),女,硕士,副研究员,高级工程师,从事园林植物应用方面的研究。E-mail:317569479@qq.com。

基上,置于 25 ℃ 恒温箱内保湿培养 3 h 后在显微镜下统计花粉萌发率。

不同花龄期花粉活力的测定:选取不同花龄的花粉(花龄的设置同 1.2.3,共 5 个处理)进行活力测定,采用琼脂法(同上)。

1.2.5 数据分析 采用 Excel 2007 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 授粉工具的选择

从表 1 可知,3 种授粉工具中牙签是最适宜空气凤梨的授粉工具,授粉 14 d 后子房膨大率达 86.4%,比使用刷子(50.4%)和毛笔(44.1%)均高。

表 1 不同授粉工具对空气凤梨人工授粉效果的影响

Table 1 Effects of pollination tools on pollination effect of *T. stricta*

工具 Tools	授粉数 Pollination number	7 d 后子房膨大数 Number of ovary expansion after 7 days	14 d 后子房膨大数 Number of ovary expansion after 14 days	子房膨大率/% Ovary expansion rate
刷子 Brush	50	30	25	50.4
毛笔 Writing brush	50	24	22	44.1
牙签 Toothpick	50	48	43	86.4

表 2 不同授粉时间段人工授粉的效果

Table 2 Effect of artificial pollination in different pollination times

时间 Time	授粉数 Pollination number	7 d 后子房膨大数 Number of ovary expansion after 7 days	14 d 后子房膨大数 Number of ovary expansion after 14 days	子房膨大率/% Ovary expansion rate	温度/湿度 T/RH
6:00-8:00	80	65	60	75.0	23.2 ℃/95.5%
8:00-10:00	80	72	70	87.5	25.6 ℃/88.7%
10:00-12:00	80	65	62	77.5	27.8 ℃/76.9%
12:00-14:00	80	30	28	35.0	31.5 ℃/62.0%
14:00-16:00	80	40	35	43.8	31.7 ℃/58.4%
16:00-18:00	80	50	44	55.0	30.6 ℃/59.6%

2.3 授粉花龄的确定

在 8:00-10:00 使用牙签对不同花龄期的空气凤梨进行人工授粉,授粉效果明显不同。由表 3 可以看出,在不同的花龄期进行人工授粉,开花 2~3 d 授粉其结实率最高,达 85.6%;其次是开花 4~5 d,结实率达 70.0%;之后是开花当天,结实率为 46.7%;开花 8~9 d 授粉后其结实率最低,仅为 3.3%,开花 6~7 d 授粉后其结实率也较小(26.7%)。本研究的空气凤梨花期为 9 d 左右,开花 6~9 d 属于花龄后期。人工授粉应在适

2.2 授粉时间段的确定

使用牙签在不同的间段对空气凤梨进行人工授粉,产生的效果亦不同。由表 2 可以看出,在 6 个不同的时间段中,8:00-10:00 授粉效果最好,子房膨大率达到 87.5%,其次是 10:00-12:00(77.5%)和 6:00-8:00(75.0%),其余时间段子房膨大率均较低(35.0%~55.0%)。人工授粉时植物结实率的高低受子房膨大率的影响,一般情况下,子房膨大率越大,结实率亦越高。从本研究可看出,空气凤梨的人工授粉应在适宜的时间段进行,过早或过晚均不利于其结实,适宜的时间段为 8:00-12:00,其中 8:00-10:00 的授粉效果最好,其次是 10:00-12:00 和 6:00-8:00。

宜的花龄进行,否则结实率低下,空气凤梨人工授粉适宜的花龄期为开花 2~5 d,其中,开花 2~3 d 授粉效果最好,其次是开花 4~5 d。

2.4 花粉活力的测定

由表 4 可以看出,在不同的时间段空气凤梨的花粉活力有所不同,其中 8:00-10:00 的花粉萌发率最高(90.2%),其次是 10:00-12:00 和 6:00-8:00,花粉萌发率分别为 84.8%和 83.7%,3 个时间段花粉萌发率差异不明显。其余时间段均较低。不同时间段下空气凤梨花粉活力的高低与相

对应的子房膨大率相一致。在不同的花龄期下空气凤梨的花粉活力亦有所不同,其中开花 2~3 d 时花粉萌发率最高(90.7%),其次是开花 4~5 d,花粉萌发率稍有降低,但差异不明显;开花当天(1 d)、开花 6~7 d 和开花 8~9 d 的花粉萌发率明显低于开花 2~3 d 和开花 4~5 d。不同的

花龄期下空气凤梨花粉活力的高低与相对应的结实率相一致。空气凤梨的花粉活力高,人工授粉时相应的子房膨大率或结实率亦会提高,故根据不同时间段和不同花龄期花粉活力的高低可认为,空气凤梨人工授粉适宜的时间段为 6:00-12:00,适宜的花龄期为开花 2~5 d。

表 3 不同花龄期人工授粉的效果

Table 3 Effect of artificial pollination at different flowering stages				
花龄期	授粉数	7 d 后子房膨大数	14 d 后子房膨大数	结实率/%
Flowering stages	Pollination number	Number of ovary expansion after 7 days	Number of ovary expansion after 14 days	Setting percentage
开花当天(1 d)	90	50	42	46.7
开花 2~3 d	90	80	77	85.6
开花 4~5 d	90	69	63	70.0
开花 6~7 d	90	30	20	26.7
开花 8~9 d	90	8	3	3.3

表 4 不同时间段和不同花龄期空气凤梨的花粉活力

Table 4 Pollen viability of <i>T. stricta</i> at different times and different flowering stages			
时间段	花粉萌发率/%	花龄期	花粉萌发率/%
Time	Pollen germination rate	Flowering stages	Pollen germination rate
6:00-8:00	83.7	开花当天(1 d)	51.2
8:00-10:00	90.2	开花 2~3 d	90.7
10:00-12:00	84.8	开花 4~5 d	82.5
12:00-14:00	61.5	开花 6~7 d	34.4
14:00-16:00	63.9	开花 8~9 d	11.8
16:00-18:00	65.4		

3 讨论

在适宜的条件下对空气凤梨进行人工授粉,可大大提高其子房膨大率或结实率。本研究认为,空气凤梨进行人工授粉的适宜工具为牙签,其子房膨大率可达 86.4%。授粉后对花朵及柱头等进行观察发现,使用刷子进行人工授粉时空气凤梨花瓣易被戳破,柱头被破坏、折断的较多,这可能是子房膨大率低的主要原因;使用毛笔进行授粉时,毛笔柔软,不易蘸取到花粉,授粉时力度不易掌握,且毛笔的毛较多,在向柱头上点授花粉时易蘸取到同一花朵上的花粉,导致自花授粉不结实。空气凤梨花朵小,采用牙签进行精细授粉,

花瓣和柱头几乎无被破坏的现象,且使用牙签相对比较精准,一般不会出现自花授粉的情况。梁桂东^[13]和李所清^[14]通过研究火龙果的人工授粉技术,认为子房膨大率的大小与授粉时授到柱头上的花粉量多少有关,授粉工具的不同导致花粉与柱头的有效接触面积和数量存在差异。本研究中使用牙签可以比较精准的蘸取花粉和点授柱头,且对花瓣和柱头的破坏较小,可最大程度的避免自花授粉,这可能是牙签优于其它授粉工具的主要原因。

牟方贵等^[15]研究表明,授粉期间的温度和湿度对魔芋结实率有明显的影响。本文通过研究不同时间段下空气凤梨人工授粉的效果及相应时间段花粉活力,得出了相似的结论。空气凤梨人工授粉是在夏季进行,应考虑不同时间段湿湿度的影响。午后(12:00-18:00)温湿度记录仪显示,空气湿度较低、温度较高,花粉活力较低,人工授粉成功率低下,故这个时间段不宜进行人工授粉。在 6:00-12:00,空气湿度相对较高(76.9%~95.5%)、温度相对较低(23.2~27.8℃),花粉活力较高(83.7%~90.2%),人工授粉的成功率大大提高。据此判断,空气凤梨人工授粉适宜的时间段为 6:00-12:00,其中 8:00-10:00 的授粉效果最好(子房膨大率达 87.5%),其次是 10:00-12:00 和 6:00-8:00(子房膨大率分别为 77.5%和 75.0%)。

空气凤梨人工授粉应选择适宜的花龄期进行。在空气凤梨花龄后期(6~9 d)和花龄前期(开花当天)进行人工授粉,花粉活力较低,结实率低下;在花龄中期(开花 2~5 d),花粉活力较高,授粉后结实率较高。孙道旺等^[16]研究了不同授粉时期对花魔芋杂交结实率的影响,结果表明,魔芋开花第 2 天是人工杂交授粉的最佳时期。本研究得出了与此相似的结论。本研究表明,空气凤梨人工授粉适宜的花龄期为开花 2~5 d,其中,开花 2~3 d 授粉效果最好,结实率可达 85.6%。

综上所述,空气凤梨人工授粉的工具应选用牙签,选择盛花期(开花 2~5 d)的 6:00-12:00 进行。本研究较为系统的研究了空气凤梨人工授粉技术,需要注意的是空气凤梨应异花授粉,不能选择同一植株上的两个分枝,更不能是一个花序上不同的花朵之间。空气凤梨品种繁多,本研究选用的是丛生型品种,其它品种的人工授粉技术是否与此一致,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Figueiredo A M G, Saiki M, Milian F M. Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of Sao Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as bio-monitor[J]. Environmental Pollution, 2007, 145: 279-292.
- [2] Figueiredo A M G, Saiki M, Ticianelli R B. Determination of trace elements in *Tillandsia usneoides* by neutron activation analysis for environmental biomonitoring[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2001, 249 (2): 391-395.
- [3] Figueiredo A M G, Alcala A L, Ticianelli R B. The use of *Tillandsia usneoides* L. as bioindicator of air pollution in

São Paulo, Brazil[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2004, 259(1): 59-63.

- [4] Wannaz E D, Pignata M L. Calibration of Four species of *Tillandsia* as air pollution biomonitors[J]. Journal of Atmospheric Chemistry, 2006, 53: 185-209.
- [5] 孔祥生, 张妙霞, 张国海. 松罗铁兰的离体培养和快速繁殖技术研究[J]. 河南农业大学学报, 1998, 32(3): 249-252.
- [6] 郑凯, 丁久玲, 蔡鸿宇. 空气凤梨组培快繁技术[J]. 北方园艺, 2016(20): 106-109.
- [7] 丁久玲, 郑凯. 空气凤梨组培快繁技术优化[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(4): 752-755.
- [8] 方敏彦, 章明, 戴丹, 等. 空气凤梨叶片解剖结构与抗逆性研究[J]. 北方农业学报, 2017, 45(1): 98-101.
- [9] 方敏彦, 章明, 李佳, 等. 四种空气凤梨叶片表皮解剖结构与功能的关系[J]. 浙江农业学报, 2017, 29(6): 959-965.
- [10] 郑凯, 丁久玲. 空气凤梨 *Tillandsia velutina* 分蘖芽发育过程中内源激素含量变化分析[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(11): 1869-1871, 1875.
- [11] 丁久玲, 郑凯, 俞禄生, 等. 空气凤梨分蘖芽发育过程中内源激素含量变化分析[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(9): 121-122.
- [12] 丁久玲, 俞禄生, 郑凯. 空气凤梨的繁殖方法[J]. 中国农村小康科技, 2010(11): 47-50.
- [13] 梁桂东, 胡子有, 李立志, 等. 人工授粉对火龙果果实发育的影响[J]. 广西植物, 2011, 1(6): 813-817.
- [14] 李所清, 罗照西, 黄云. 人工授粉对红皮红肉型火龙果产量及品质的影响[J]. 攀枝花科技与信息, 2014, 39(3): 39-41.
- [15] 牟方贵, 滕建勋, 陈永波, 等. 温度湿度及种球茎大小对花魔芋有性繁殖的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(2): 331-335.
- [16] 孙道旺, 赵琴, 杨奕, 等. 不同授粉时期对花魔芋杂交结实率的影响[J]. 西南农业学报, 2016, 29(10): 2436-2441.

Study on Artificial Pollination of *Tillandsia stricta*

ZHENG Kai, DING Jiu-ling, LIANG Hui-min

(Jiangsu Vocational College of Agriculture and Forestry/The Jiangsu Provincial Platform for Conservation and Utilization of Agricultural Germplasm, Jurong 212400, China)

Abstract: In order to promote the breeding of new varieties of *Tillandsia stricta*, taking *Tillandsia stricta* as experimental material, starting from the choice of pollination tools, pollination time and pollination flower-age, we measured pollen viability and percentage of seed-setting, to select a technical method suitable for the artificial pollination of *Tillandsia stricta*. The results showed that the best period of artificial pollination was full-blossom stage 2-5 d after blossom from 6:00 to 12:00, toothpicks should be used for pollination tools.

Keywords: *Tillandsia stricta*; artificial pollination; percentage of seed-setting; pollen viability