

四倍体和二倍体盾叶薯蓣的花粉活力及柱头可受性分析

赵 猛, 徐增莱^①, 汪 琼, 史云云, 贾成森

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014]

Analyses of pollen viability and stigma receptivity of tetraploidy and diploidy of *Dioscorea zingiberensis* ZHAO Meng, XU Zeng-lai^①, WANG Qiong, SHI Yun-yun, JIA Cheng-sen (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2008, 17(1): 78-80

Abstract: Flowering process of *Dioscorea zingiberensis* C. H. Wright was observed, and pollen viability and stigma receptivity of tetraploidy and diploidy of *D. zingiberensis* were also compared. The results showed that the anther of *D. zingiberensis* had opened before male flower bloomed. Pollen viability of tetraploidy and diploidy was 59.7% and 74.9% respectively during flowering beginning period, and pollen viability was high in 24 h of flowering but reduced quickly after 36 h. Stigmas of tetraploidy and diploidy maintained a high receptivity in 24 h of flowering and then descended quickly, a part of stigmas of tetraploidy lost the receptivity after flowered 60 h.

关键词: 盾叶薯蓣; 四倍体; 二倍体; 花粉活力; 柱头可受性

Key words: *Dioscorea zingiberensis* C. H. Wright; tetraploidy; diploidy; pollen viability; stigma receptivity

中图分类号: Q944.44; Q949.71+8.27 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2008)01-0078-03

盾叶薯蓣(*Dioscorea zingiberensis* C. H. Wright)叶片呈盾形,叶面有不规则的黄白色斑块;蒴果干燥后呈蓝黑色,表面常附有白色粉状物^[1];染色体数 20^[2];花粉两端略尖,外壁具有明显条纹^[3]。盾叶薯蓣根茎横生,俗称黄姜,可用于治疗皮肤感染、软组织损伤、蜂蜇虫咬及各种外科炎症^[4]。盾叶薯蓣根茎所含的薯蓣皂苷元(皂素, diosgenin)是合成甾体激素药物的主要原料,除具有抗炎、避孕等作用外,还可用于合成镇痛药、杀虫剂及治疗冠心病的药物^[5]。

近年来,栽培种质资源退化导致盾叶薯蓣根茎中的薯蓣皂苷元含量逐年下降,因此,急待进行盾叶薯蓣种质资源改良。目前,已通过不同的技术手段成功诱导出盾叶薯蓣四倍体^[6-7],并对四倍体和二倍体的生物学特性进行了比较^[8-9],研究表明,盾叶薯蓣四倍体的生长势、生物量和薯蓣皂苷元含量等指标均优于二倍体。然而,有关盾叶薯蓣四倍体和二倍体育性的研究很少,特别是对四倍体雌花柱头可受性的研究尚未见报道。作者对盾叶薯蓣四倍体和二倍体的花粉活力及雌花柱头可受性进行了比较和分析,以期为盾叶薯蓣的种质改良提供一定的实验依据。

1 材料和方法

1.1 材料

实验用四倍体和二倍体盾叶薯蓣均栽植于江苏省·中国科学院植物研究所苗圃内,2006年6月下旬开始在不同发育时期及雌、雄花开花时间分批取样进行观察。

1.2 方法

1.2.1 开花进程的动态观察 选取盾叶薯蓣四倍体和二倍

体不同单株的雌、雄花穗 10~15 个,对部分雌花花穗进行人工套袋,套袋的雌花每穗留 3~4 朵小花,从现蕾期开始进行连续观察,直至花被枯萎。同时,采集尚未开放和不同开放时间的雌花和雄花,观察雌花柱头粘液的分泌情况及雄花花药的开裂方式和散粉时间。每个项目重复观察 3 次。

1.2.2 花粉活力测定 在盾叶薯蓣盛花期取开花时间不同的四倍体和二倍体雄花,将花粉散在载玻片上,加 1 滴 $2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ TTC 溶液,盖上盖玻片,置于底部铺有湿滤纸的培养皿中,35℃恒温放置 30 min 后,显微镜下进行仔细观察。显红色的为活力较强的花粉,无色的为无活力花粉^[10-11]。实验重复 3 次,每次随机观察 30 个视野,计算花粉活力。

1.2.3 柱头可受性检测 在盾叶薯蓣盛花期采集开花时间不同的四倍体和二倍体雌花,将柱头浸入联苯胺(质量体积分数 1%) - 过氧化氢 - 水反应液(体积比 4:11:22)中,具有可受性的柱头显蓝色,并持续出现大量气泡^[10-11]。实验重复 3 次,根据气泡持续释放时间判断柱头可受性强度。

2 结果和分析

2.1 盾叶薯蓣雌花和雄花开花动态的观察

观察发现,四倍体盾叶薯蓣不同单株间的孕穗及开花时间差异很大,且与二倍体单株的物候期有明显差异。四倍体

收稿日期: 2007-01-24

作者简介: 赵 猛(1980—),男,山东济宁人,硕士,主要从事药用植物资源学研究。

^① 通讯作者 E-mail: xuzl5194@sohu.com

单株最早孕穗时间为4月26日,开花时间为5月11日;最晚孕穗时间为7月20日,开花时间为7月27日。二倍体单株的孕穗和开花时间较为一致,大部分单株在6月中上旬开始孕穗,6月下旬始花,7月中上旬进入盛花期。

盾叶薯蓣为穗状花序,雌花花序单生于叶腋内,花序长5~15 cm,每个花序有雌花6~12朵,从花穗着生端向顶端依次开放。整个雌花花序开花时间可持续7~10 d。雌花上可见退化雄蕊,花被片紫红色;柱头三裂,开花12 h内柱头形状饱满、半透明、粘液丰富;随着开花时间的延长,柱头逐渐变白;开花72 h后花被片开始枯萎,柱头顶端颜色变暗,失水皱缩。

盾叶薯蓣雄花花序单生于叶腋内或2~3个花序簇生于叶腋内,花序长5~10 cm,每个花序有雄花5~12朵,从花穗着生端向顶端依次开放。雄花花被片紫红色,花药6枚;花药在花被张开前12 h左右已开裂,完成散粉准备;花药室背开裂。雄花开花12 h后花粉基本散完;开花72 h后花被片开始枯萎,但花药上仍有少量花粉残留。

2.2 四倍体及二倍体盾叶薯蓣花粉活力的比较

显微观察发现,四倍体盾叶薯蓣的花粉形态完整,未出现粘连、结块或大量空瘪等明显的败育特征。不同开花时间四倍体和二倍体盾叶薯蓣的花粉活力有一定的差异(表1),开花当天四倍体和二倍体盾叶薯蓣的花粉活力分别为59.7%和74.9%,两者相差15.2%。随开花时间的推移,四倍体与二倍体花粉活力的差异逐渐减小。研究发现,开花1~12 h内花粉活力的变化较小,四倍体和二倍体的花粉活力仅比刚开花时下降约5%;开花24 h后,花粉活力下降约12%;开花36 h后,花粉活力下降明显,较刚开花时下降30%以上。开花72 h后,花粉基本散尽,仅有少量花粉残留在花药上,且残留花粉的活力较低。

表1 不同开花时间四倍体和二倍体盾叶薯蓣的花粉活力
Table 1 Pollen viability of tetraploidy and diploidy of *Dioscorea zingiberensis* C. H. Wright at different flowering times

| 开花时间/h Flowering time | 花粉活力/% Pollen viability | | 花粉活力差值/% Difference value of pollen viability |
|--------------------------|----------------------------|-----------------|--|
| | 四倍体 Tetraploidy | 二倍体 Diploidy | |
| 1 | 59.7 ± 2.2 | 74.9 ± 0.8 | 15.2 |
| 12 | 56.1 ± 2.0 | 69.8 ± 1.2 | 13.7 |
| 24 | 47.7 ± 1.8 | 61.4 ± 1.6 | 13.7 |
| 36 | 29.1 ± 2.0 | 33.8 ± 0.9 | 4.7 |
| 48 | 23.3 ± 1.6 | 27.1 ± 0.8 | 3.8 |
| 60 | 21.3 ± 1.1 | 23.4 ± 2.0 | 2.1 |
| 72 | 16.6 ± 0.8 | 17.6 ± 0.1 | 1.0 |

2.3 四倍体及二倍体盾叶薯蓣柱头可受性的分析

在雌花花被未张开前,盾叶薯蓣四倍体和二倍体的雌花柱头均具有可受性;开花24 h内,四倍体和二倍体雌花柱头的可受性最强(表2);开花48 h内,柱头仍能维持较强的可受性,且二倍体与四倍体的差异较小;开花48 h后,柱头的可

受性开始明显下降,二倍体柱头可受性的下降幅度小于四倍体;开花60 h后,部分四倍体雌花柱头丧失可受性。观察发现,一般情况下,开花第4天雌花的花被片开始干枯。套袋后的雌花形态未受到明显影响,部分套袋雌花受套袋后开花空间的限制,花被片张开不完全,柱头未能完全外露。

表2 不同开花时间四倍体和二倍体盾叶薯蓣柱头可受性的比较¹⁾
Table 2 Comparison of stigma receptivity of tetraploidy and diploidy of *Dioscorea zingiberensis* C. H. Wright at different flowering times¹⁾

| 开花时间/h Flowering time | 柱头可受性 Stigma receptivity | | | |
|--------------------------|---|--|--------------------------------------|---|
| | 四倍体 (套袋) Tetraploidy (bagging) | 四倍体 (未套袋) Tetraploidy (not bagging) | 二倍体 (套袋) Diploidy (bagging) | 二倍体 (未套袋) Diploidy (not bagging) |
| 1 | + | + | + | + |
| 12 | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 24 | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 36 | + | + | + | ++ |
| 48 | + | + | + | + |
| 60 | +/- | +/- | + | + |
| 72 | - | +/- | +/- | +/- |

¹⁾ +: 柱头具可受性 Stigmas have receptivity; ++: 柱头可受性强 Stigmas have high receptivity; +/-: 部分柱头具可受性,部分柱头不具可受性 Some stigmas have receptivity and some have not; -: 柱头不具可受性 Stigmas have not receptivity.

3 讨 论

植物的花粉活力及柱头可受性主要由遗传基因决定,环境变化也可导致花粉活力及柱头可受性产生变异。较高比例的传粉行为能够增加基因交流的频度,提高子代的适合度。多数有花植物的雄花具有多个花药,花药的排列和开裂方式通常可使散粉分批进行,并能持续一段时间。有研究发现,耧斗菜属(*Aquilegia* L.)植物在开花期间柱头的可受表面由顶端至基部渐次成熟,具有对花粉接受表面持续更新的功能,延长了接受花粉的实际有效时间^[12]。在吐鲁番地区,由于沙尘暴和浮尘天气对传粉的影响较大,白梭梭(*Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss. et Buhse)在比较晴朗的天气下同时开花,形成爆发性的传粉机制,促使部分雌花迅速完成受精作用,体现出白梭梭对生存环境的适应能力^[13]。雌雄异花植物形成的这些独特的捕获花粉的机制是对环境变化的能动适应,反映出植物在进化过程中的进步。

盾叶薯蓣雌花柱头在花被片尚未张开之前即具有可受性,表明雌花开花当日柱头即可接受花粉完成受精,这与盾叶薯蓣雄花花被片张开以前花药即开裂散粉是一致的,这种一致性保证了花粉在散出时能够达到有活力的柱头以完成受精过程,体现了盾叶薯蓣在传粉行为上对环境的适应。研究发现,盾叶薯蓣开花当日的花粉活力及柱头可受性较高,之后随开花时间的延长而下降,利用这一特点可以在盾叶薯蓣开花后36 h内进行人工授粉,为不同品种及不同倍性的盾

叶薯蓣杂交育种提供技术保证。四倍体盾叶薯蓣的花粉活力较二倍体偏低,这种现象可能与四倍体盾叶薯蓣的减数分裂行为异常有关,但这种异常行为究竟发生在小孢子母细胞减数分裂阶段还是雄配子形成阶段尚不清楚,有待进一步的实验证明。

参考文献:

- [1] 裴 莹, 丁志遵. 中国植物志 第十六卷 第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 64.
- [2] 江苏省植物研究所薯蓣课题组. 中国薯蓣属根茎组植物的分类和染色体数的研究[J]. 植物分类学报, 1976, 14(1): 65-71.
- [3] 舒 璞. 中国薯蓣属花粉形态的初步研究[J]. 植物分类学报, 1987, 25(1): 357-365.
- [4] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编(上册)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 650.
- [5] 丁志遵, 唐世蓉, 秦慧贞, 等. 甾体激素药源植物[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 2-8.
- [6] 李运合, 胡春根, 姚家玲. 盾叶薯蓣四倍体诱导的研究[J]. 中草药, 2005, 36(3): 434-438.
- [7] 谢彩侠, 高山林, 秦慧贞, 等. 盾叶薯蓣同源四倍体的诱导和鉴定[J]. 药物生物技术, 2005, 12(1): 15-18, 35.
- [8] 周 媛, 胡春根, 时 光, 等. 四倍体盾叶薯蓣生物学特性的研究[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(4): 358-362.
- [9] 董静洲, 易自力, 蒋建雄, 等. 四倍体盾叶薯蓣综合经济性状的分析[J]. 西北农业学报, 2005, 14(2): 152-154.
- [10] Huang Z H, Zhu J M, Mu X J. Pollen dispersion, pollen viability and pistil receptivity in *Leymus chinensis*[J]. Annals of Botany, 2004, 93: 295-301.
- [11] 刘林德, 张 萍, 张 丽, 等. 锦带花的花粉活力、柱头可授性及传粉者的观察[J]. 西北植物学报, 2004, 24(8): 1431-1434.
- [12] 予 茜, 郭友好, 黄双全. 三种糙斗菜属植物柱头的特征[J]. 植物分类学报, 2005, 43(6): 513-516.
- [13] 魏 岩, 尹林克, 严 成. 白梭梭开花及风媒传粉的特点[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 85-89.

(上接第77页 Continued from page 77)

城市绿地的生态功能不仅取决于植物组成并与植物的生态学特性有关,而且还与其配置模式及空间结构相关^[9-10]。生长良好的高大乔木既能形成良好的景观效果,又具有相对稳定的环境效应,是城市绿地树种配置中首选的骨干树种,因此,寻找适生适地的最佳配置模式是深化绿地生态效应研究的重点。垂柳是扬州市的市树,垂柳绿地具有良好的降温增湿效应,其良好的生态功能和浓郁的地方特色及文化品位形成了“两岸花柳尽依水”的扬州水岸绿地模式的独特景观效果,是扬州绿地树种的特色配置。

有关绿地配置模式降温增湿效应的研究只是绿地生态系统服务功能研究的内容之一,要全面系统地评价绿地系统的生态功能,尚有待对不同树种组成的同一配置绿地类型进行测定和比较分析。此外,绿地降温增湿的季节性效应尚有待进一步的测定研究。

参考文献:

- [1] 宋西德, 王得祥, 刘粉莲, 等. 城市不同绿地生态效应的研究[J]. 生态经济, 2004, 12: 74-78.
- [2] 丁向阳, 董桂萍. 论生态城市绿地系统的综合效益[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(3): 53-56.
- [3] 李晓储, 何小弟, 黄利斌, 等. 扬州古运河生态环境建设绿化模式[J]. 中国城市林业, 2003, 1(1): 30-33.
- [4] 祝 宁, 李 敏, 柴一新, 等. 城市绿地综合生态效应场[J]. 中国城市林业, 2004, 2(1): 26-28.
- [5] 周志翔, 邵天一, 唐万鹏, 等. 城市绿地空间格局及其环境效应——以宜昌市中心城区为例[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 186-192.
- [6] 李 辉, 赵卫智, 古润泽, 等. 居住区不同类型绿地释氧固氮及降温增湿作用[J]. 环境科学, 1999, 11: 41-44.
- [7] 祝 宁, 李 敏, 柴一新, 等. 哈尔滨市绿地系统生态功能分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1117-1120.
- [8] 段可可, 牟瑞芳, 陈 雯. 成都市绿地系统生态环境效应分析[J]. 交通环保, 2004, 25(4): 32-34.
- [9] 陈自新, 苏雪痕, 刘少宗, 等. 北京城市园林绿化生态效益的研究(2)[J]. 中国园林, 1998, 14(2): 51-54.
- [10] 王晓明, 李 贞, 蒋 昕, 等. 城市公园绿地生态效应的定量评估[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(4): 42-45.