

竹类植物花粉的生活力和自然授粉*

张文燕 马乃训

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

摘要 对12种开花竹类植物花粉的败育、生活力和自然授粉进行了观察和试验研究。花药和花粉在离体后生活力保存时间较短,尤其是离体花粉的生活力在1~2 h内会丧失殆尽。适宜竹花粉萌发的培养液为10%蔗糖液,若再加入5 ppm 硼酸能明显提高花粉发芽率。篔簹竹和斑苦竹的花分别属于花药合并粘连和无花粉的二类雄性不育型,其余10个竹种的花粉中均有三种类型的败育花粉。低温、干旱等不良环境使竹花粉发育受阻,不育花粉率增高。竹花的自然授粉不良,在盛花的竹林上接受不到花粉的竹花占33.3%,在部分开花的竹林上花粉自然授粉率仅10%。

关键词 竹子;花粉;生活力;败育;自然授粉

花粉与植物遗传育种有十分密切的关系。探讨竹类植物花粉的特性,是竹类植物开花结实研究的主要内容之一。花粉的生活力表现为它维持受精功能长短的能力,是由遗传基础决定的,同时也受各种环境条件的影响而变化。研究花粉生活力,进而了解各竹种的结实性是竹子有性繁殖研究的基础。以往的研究已经证明了竹花粉存在着败育现象^[1],但各竹种的败育程度及败育与花粉发芽率乃至对结实的影响等尚未见报道,本文就1988、1989年开花的竹类植物的花粉生活力,雄性不育和花粉败育及自然授粉等方面的观察试验结果进行报道。

一、材料和方法

1. 试验材料 采自安吉竹种园及本所的开花竹种,计3属12种,其中:刚竹属 *Phyllostachys* 8种,苦竹属 *Pleioblastus* 3种,茶秆竹属 *Pseudosasa* 1种,它们是石绿竹 *Ph. arcana* McClure, 五月季竹 *Ph. bambusoides* Sieb et Zucc, 寿竹 *Ph. bambusoides* f. *shouzhū* Yi, 水竹 *Ph. heteroclada* Oliver, 红竹 *Ph. iridescens* Yao et Chen, 篔簹竹 *Ph. nidularia* f. *smoothsheath* McClure, 衢县红竹 *Ph. rutila* Wen, 早竹 *Ph. praecox* Chu et Chao, 斑箨茶秆竹 *Ps. notata* Wang et Ye, 苦竹 *Pl. amarus* Keng f., 斑苦竹 *Pl. maculatus* (McCl) Chu et Chao, 华丝竹 *Pl. intermedius* Chen。

2. 花粉生活力测定 采用离体萌发试验的点滴法^[2],所用培养液为10%蔗糖液或10%蔗糖液+5 ppm 硼酸,培养0.5 h。离体花药的花粉生活力测定,是采集开花竹株上即将成熟而花粉尚未散放的花药放置在带湿棉球的培养皿内,定时取药,测定其花粉萌发率。离体

本文于1989年8月7日收到。

*试验研究工作得到安吉县灵峰寺林场黄树田、吴玲玲同志支持和帮助,谨此致谢。

花粉生活力测定是采成熟的花药散出之花粉, 置室内具湿棉球的培养皿内, 定时测定发芽率。培养液浓度(%)有: 5.0、10.0、15.0、20.0、25.0、30.0 的蔗糖溶液, 用蒸馏水作对照。发芽温度试验是用室温及温箱加温对比, 培养 0.5 h。部分竹种用速生花粉管法^[3]处理后镜检。

3. 花粉败育的观察 于盛花期采集成熟的新鲜花药之花粉, 用 I-KI 压片法^[4]在显微镜下观察花粉的败育类型。

4. 竹花的自然授粉能力 采用镜检花药刚散完粉后竹花柱头上所接受到的花粉粒数量进行确定。

二、结果和分析

(一) 花粉的生活力和发芽条件

1. 花粉的生活力测定 花粉的生活力常用萌发率来表示。竹类植物的花粉为 3-细胞型花粉, 花粉生活力一般都很低^[5], 对在保湿条件下的五月季竹和寿竹的离体花药的花粉和离体花粉的生活力分别进行了定时测定, 其结果见表 1。五月季竹和寿竹的离体花药在分别保存 6 h 和 4 h 后, 其花药中的少量花粉仍具有发芽能力; 五月季竹的离体花药之花粉甚至在 4 h 内花粉发芽率不表明明显差异。可是, 五月季竹和寿竹的离体花粉则在室内保存 0.5h 后, 其发芽率就已明显降低。寿竹的离体花粉生活力虽比五月季竹的保持时间要长些, 但与离体花药的花粉生活力相比却有明显降低。

表 1 竹花粉的生活力测定

材料	保存时间	五月季竹(22℃)			寿竹(21℃)		
		镜检数	萌发数	萌发率(%)	镜检数	萌发数	萌发率(%)
离体花药	10 (min)	91	16	17.6	175	25	14.3
	0.5 (h)	102	14	13.7			
	1.0 (h)	100	20	20.0	104	24	23.1
	1.5 (h)	93	10	10.8			
	2.0 (h)	103	19	18.4	117	18	15.4
	3.0 (h)	114	32	28.1			
	4.0 (h)	92	13	14.1	101	14	13.9
	5.0 (h)	105	7	6.7			
离体花粉	6.0 (h)	91	2	2.2			
	5 (min)	78	22	28.2	104	24	23.1
	0.5 (h)	74	4	5.4			
	1.0 (h)	93	4	4.3	96	8	8.1
				111	5	4.5 ^①	

① 寿竹花粉离体 2h 后, 花粉在低倍镜下检查均已干瘪, 滴入培养液后仍可复圆。

以 10% 蔗糖液培养的花粉萌发率最高, 随培养液浓度降低或增高其发芽率均呈现下降趋势。当蔗糖浓度达 30% 时, 五月季竹花粉不再萌发(见表 2)。

(2) 硼对花粉萌发的影响 在蔗糖液中加入微量的硼, 可明显地提高花粉的萌发率。从 10% 蔗糖液中加入 5 ppm 硼酸的试验看出, 无论是石绿竹还是五月季竹的花粉萌发率都得到

表 2 不同浓度蔗糖液中的花粉萌发率

蔗糖液浓度 (%)	蔗糖液浓度						蒸馏水对照
	5	10	15	20	25	30	
水竹	测定总数	93	99	85	74	78	70
	萌发数	29	46	29	21	21	5
	萌发率(%)	31.2	46.5	34.1	28.4	26.9	7.1
寿竹	测定总数	164	175		142		153
	萌发数	14	25		14		8
	萌发率(%)	8.5	14.3		9.9		5.2
五月季竹	测定总数	77	99		100	57	80
	萌发数	9	26		22	9	0
	萌发率(%)	11.7	26.3		22.0	15.8	0

2. 花粉的发芽条件试验

(1) 不同浓度的蔗糖液对花粉萌发的影响 已知用蔗糖液培养的花粉萌发率高于果糖液^[1]。经对水竹(28℃)和寿竹、五月季竹(21℃)花粉用不同浓度蔗糖液培养, 结果均

显著提高(表3)。

表3 蔗糖液和蔗糖液加入硼后的花粉萌发率

培养基	石绿竹(25.5℃)			五月季竹(22℃)		
	镜检数	萌发数	萌发率(%)	镜检数	萌发数	萌发率(%)
10%蔗糖	109	5	4.6	127	19	15.0
10%蔗糖 +5ppm硼酸	104	21	20.2	128	30	23.4

表4 温度对水竹花粉萌发率的影响

温度(℃)	10%蔗糖液中			蒸馏水对照		
	镜检数	萌发数	萌发率(%)	镜检数	萌发数	萌发率(%)
17.5~18.5	71	7	9.9	37	0	0
22	130	19	14.6			
28	99	46	46.5	70	5	7.1

(3) 温度对花粉萌发的影响 从水竹花粉在不同温度条件下的发芽率可见(表4), 在18℃左右条件下, 水竹花粉萌发率很低, 随着温度的提高, 萌发率明显提高, 28℃条件下的萌发率达到18℃的萌发率的近5倍。

(二) 竹类植物的雄性不育和花粉败育

1. 不育和败育的类型 花粉的正常发育是实现授精结实的保证, 然而由于遗传上的原因或者异常的环境条件, 常常发生雄性不育和花粉败育的现象。竹类植物开花后结实率普遍低下, 这与竹类植物存在花粉败育和雄性不育现象是分不开的。竹种不同, 其遗传特性及对环境条件的需求各异, 所表现出的花粉败育和雄性不育类型也各不相同。已观察到的雄性不育有二种类型, 还有较普遍地存在着不同类型的花粉败育。

(1) 花药合并粘连的雄性不育 这种类型较普遍地存在于开花的篔竹。一般正常发育的花药其三个雄蕊都是分离的, 而篔竹几乎是所有的花药在吐出籽外后仍还是三药合并粘连在一起(图1)。据于盛花期的5月中旬对50朵新开的小花观察, 只有一朵花为2药合并, 另一药游离, 其余49朵均为三药合并状。另对22朵篔竹花的成熟花药解剖镜检(也为三药合并), 其中18%为无花粉型, 其余均为不同类型的败育花粉(表5)。

表5 竹类植物花粉的败育类型

竹种	观察日期	镜检花粉数	典败型		圆败型		浅染型		败育花粉合计	
			花粉数	%	花粉数	%	花粉数	%	花粉数	%
红竹①	4月15日	159	40	25.2	57	35.8	62	39.0	159	100.0
五月季竹	4月15~18日	186	1	0.5	23	12.4	29	15.6	53	28.5
衢县红竹	4月18日	57	0	0	5	8.8	7	12.3	12	21.0
斑箬茶秆竹	4月29日	129	0	0	20	15.5	25	19.4	45	34.9
华丝竹	4月30日	113	3	2.6	5	4.4	58	51.3	64	56.6
寿竹	5月3日	285	0	0	25	8.8	30	10.5	55	19.3
早竹	5月6日	182	0	0	33	18.1	61	33.5	94	51.6
水竹	4月16日	56	0	0	2	3.6	29	51.8	31	55.3
水竹	5月1~16日	194	1	0.4	10	5.2	112	57.7	123	63.4
石绿竹	5月18日	166	0	0	12	7.2	31	18.7	43	25.9
篔竹②	5月18日	268	92	34.3	145	54.1	31	11.6	268	100.0
苦竹	5月24日	151	13	8.6	21	13.9	103	68.2	137	90.7

注: 典败型——花粉瘦小而皱缩, 形态很不规则, 是典型败育花粉, 简称典败型; 圆败型——花粉稍小或大小正常, 呈圆形, 但对碘液无蓝色反应; 浅染型——花粉为圆形, 并已形成少量淀粉, 花粉可被碘液染成局部蓝色。

①红竹为倒春寒期间测定的花粉, 因此全为败育花粉; ②篔竹为从上百个花药中找出的几个发育最好的花药中的花粉, 仍为三药粘连的畸形花药。

(2) 无花粉型的雄性不育 这种类型表现突出的是斑苦竹。斑苦竹的花药从外形及花的开放观察, 均未见异常, 但连续两年来一直没有采集到发育正常的花粉。1989年4~5月曾先后4次采集共解剖镜检80个花药, 其中74个为无花粉型, 6个有花粉, 但其花粉均是瘪的典败型花粉(图2)。

(3) 不同类型的花粉败育现象 花粉因其生理上异常, 结果都出现败育现象, 但是败育花粉的形态特征往往不一。据对10个竹种的成熟花粉I-KI涂片观察, 除前面提到的无花粉型外, 还具3种花粉败育类型, 即典败型、圆败型和浅染型^[6](图3)。10个竹种各种类型的花粉败育见表5。由表可知10个竹种花粉的败育一般以浅染型败育为主, 并有部分圆败。华丝竹、水竹等竹种盛花期的花粉败育率均达50%以上, 最少的寿竹败育花粉率也近20%。在以上各竹种的花粉败育类型中尚都不包括没有生活力, 但形态大小和染色反应与正常花粉无异的染败型花粉。

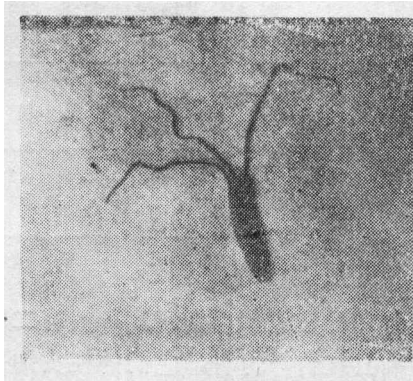


图1 簇竹的花药
(示三个花药合并粘连状)



图2 斑苦竹花药纵切面
(示粘连在药壁上全部为典败型的花粉)

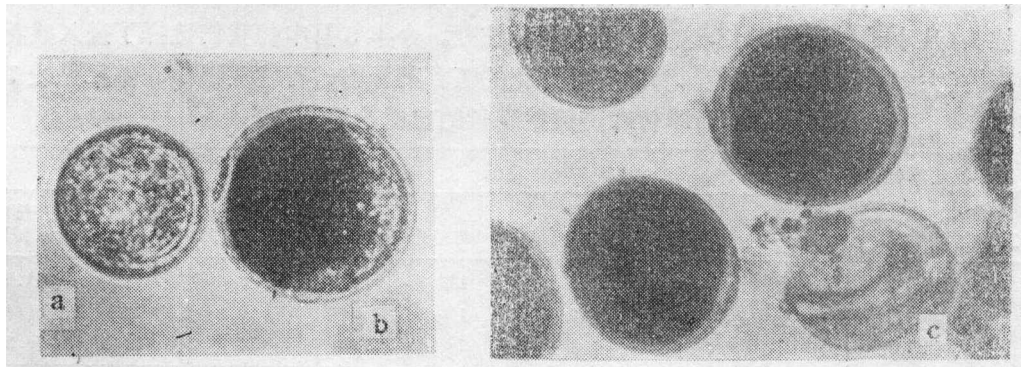


图3 苦竹花粉(I-KI染色)
a. 示圆败型 b. 示浅染型 c. 示典败型

2. 环境条件对花粉败育的影响 竹类植物的花粉败育与温度、水分等环境条件有着密切关系。据观察, 低温和高温都会使竹花产生败药(即花药尖瘦或细长瘦瘪, 药不开裂或药吐出一半即开裂等现象的总称)。衢县红竹及本所的早竹在冬季的1~3月均有零星竹花开放, 但95%以上的花均为败药, 少量形态正常的花药所产生的花粉也没有萌发力。1989年4月13日~15日安吉发生倒春寒, 最高温度11~14℃, 安吉竹种园内正盛花的红竹、五月季竹的大量花药产生败药, 占开花总数的1/3或近1/2。对红竹正常药及败药之花粉分别作测

定,结果均为各种类型的败育花粉。同样35℃以上的持续高温也会导致败育增多及花粉败育数的骤增。如表6,连续5天35℃以上高温使五月季竹、水竹的花粉败育率增至近90%。水分对花粉的败育也有着直接的影响,经对水竹进行盆栽后人为干旱2个月及衢县红竹在连续四天降大雨后的花粉测定(表6),表明长期的干旱或持续降雨均能引起花粉败育率明显增高和花粉发芽率显著降低。

表6 环境条件对花粉败育的影响

竹种	环境条件	测定总数	败育花粉数								发芽率(%)
			典型型		圆败型		浅染型		合计		
			花粉数	%	花粉数	%	花粉数	%	花粉数	%	
水竹	正常	110	—	—	7	6.4	62	56.4	69	62.7	14.6
	人为干旱二个月	255	1	0.4	7	2.7	233	91.4	241	94.5	1.0
	持续35℃高温	465	8	1.7	8	1.7	402	86.5	418	89.9	0
衢县红竹	正常	57	—	—	5	8.8	7	12.3	12	21.1	6.1
	持续四天降雨	221	5	2.3	11	5.0	203	91.8	219	99.1	0
五月季竹	正常	186	1	0.5	23	12.4	29	15.6	53	28.5	26.3
	持续35℃高温	305	30	9.8	60	19.7	182	59.6	272	89.2	0.5

(三) 竹类植物的自然授粉

竹类植物花丝细长,花粉无粘性,易随风传播,而雌蕊的柱头据目前观察一般有二类类型。第I类如早竹、红竹、五月季竹、石绿竹、寿竹、衢县红竹等竹种,它们的柱头细长,开花时稃片微启,柱头伸出稃外,稃片一般不张开,这类可称之为长花柱型;第II类如苦竹、斑苦竹、斑箬茶秆竹、华丝竹、大节竹等竹种,它们的柱头较短,不伸出稃外,开花时稃片张开露出柱头,几小时后稃片闭合,这类可称为短花柱型。今年5月中旬我们选择了进入盛花期的五月季竹(大多为整株无叶型开花)和有叶开花的斑箬茶秆竹进行柱头镜检,结果见表7。

表7 五月季竹和斑箬茶秆竹的自然授粉

竹种及部位		镜检花数(朵)							授粉率(%)
		每花授粉数(粒)							
		0	1	2	3	4	5或5以上	合计	
五月季竹	上部枝条	5	5	2	1	0	0	13	61.5
	中部枝条	6	3	0	1	4	5	19	68.4
	下部枝条	4	2	1	2	0	4	13	69.2
	小计	15	10	3	4	4	9	45	66.6
斑箬茶秆竹		18	1	0	0	0	1	20	10

由表7见,盛花期的五月季竹,有1/3花的柱头上没有接受到花粉,接受到1粒花粉的花其授精结实率也将是微乎其微,两种类型合计达到55.6%,也即是说在自然条件下,五月季竹仅仅由于授粉不良将有一半以上的花出现凋萎。有叶开花的斑箬茶秆竹自然授粉率更差,检查20朵花的柱头,90%的柱头上接受不到花粉。

自然授粉率还和环境条件有密切关系,如连续阴雨天会严重阻碍正常授粉。7月1日~

5 日阴雨连绵，盛花的衢县红竹，花药大多不能正常散粉，镜检成熟的柱头，授粉率比在晴朗天气下的盛花期五月季竹显著降低，37 朵花上有 32 朵接受不到花粉，4 朵花上仅各有 1 粒花粉，有 1 朵花有 6 粒花粉，却都是典败型花粉。

三、结 语

1. 竹类植物花粉普遍存在着不同类型的败育现象。花粉败育受环境条件和遗传因子的影响，因而各竹种花粉的败育类型和败育程度是有变化的。

2. 竹类植物花粉败育是竹花粉萌发率较低的直接的和主要的原因，败育率的变动是竹花粉的萌发率不稳定的一个重要因素。

3. 斑苦竹、篔竹的雄性不育是这二个竹种不能结实的根源所在，产生雄性不育的机理还待探讨。

4. 很多竹类植物自然授粉率低，常导致即便是处于盛花期的竹种也很少结实。

参 考 文 献

- [1] 张文燕等，1989，竹类花粉形态及萌发试验，林业科学研究，2(1)：67~69。
- [2] 胡适宜，1985，被子植物胚胎学，高等教育出版社，53~57。
- [3] 加藤幸雄等，1982(周永春等译，1987)，植物生殖生理学，科学出版社，150。
- [4] 徐树华，1982，我国水稻主要雄性不育类型花粉发育的细胞学观察。中国农业科学，(2)：9~14。
- [5] 杨弘远，1978，花粉研究的新进展，植物杂志，(3)：16~17。
- [6] 钱德杞等，1982，遗传学基础和育种原理，农业出版社，362。

VITALITY OF BAMBOO POLLENS AND NATURAL POLLINATION IN BAMBOO PLANTS

Zhang Wenyan Ma Nanxun

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract Observations and experiments were carried out on abortion, vitality and pollination of pollens of 12 bamboo species. The vitality maintenance time of anther and pollens was very short when they left their mother plant, especially the pollen which might lose vitality in 1~2 h. Appropriate liquid medium for bamboo pollen germination was 10 % sugar solution. The germination percentage apparently increscently increased when 5 ppm boric acid was added to the solution.

The flowers of *Ph. nidularia* f. *smoothsheath* and *Pl. maculatus* belonged to male sterility two types. Abortive pollens could be found in the other 10 bamboo species and they belonged to three different types. Unfavourable environmental conditions such as low temperature and drought stunted the development of the pollen, which increased the percentage of sterile pollens. The natural pollination of bamboo flowers were poor. 33.3 % of the flowers on the bamboo plants did not receive any pollen during flourishing period and in some individuals, the percentage of natural pollination was only 10 %.

Key words bamboo; pollen; pollen abortion; vitality; natural pollination