

文章编号: 1000-5692(2000)02-0137-05

早竹花粉形态与生物学特性

汪奎宏, 何奇江, 吴 蓉

(浙江省林业科学研究院, 浙江杭州 310023)

摘要: 通过对早竹花粉形态与生物学特性的观测, 研究早竹花而不实的原因。通过对早竹花粉形态、花粉活力、花粉萌发率、柱头授粉能力和花粉管生长的观察测定, 得出: ①早竹花粉为近球形, 具单一萌发孔, 外壁纹饰为颗粒状; ②早竹花粉萌发率低下, 柱头自然授粉能力弱是导致早竹花而不实的主要原因之一; ③早竹花粉管生长速度较快, 最高可达 $3.44 \mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。从而为早竹人工授粉和实行杂交育种等研究提供参考依据。图 9 表 5 参 7

关键词: 早竹; 花粉; 形态; 生物学特性; 扫描电子显微镜

中图分类号: S795.901; Q944.58 **文献标识码:** A

早竹 (*Phyllostachys praecox*) 属于禾本科竹亚科刚竹属竹种, 具有出笋早、笋味鲜美、笋产量高、成林投产快和大小年不明显等优势^[1], 主产于浙江西北部, 临安市是重点产区。近年早竹开花现象越来越普遍, 开花竹林的竹笋产量下降达 40%~70%, 有的已成片衰败, 且开花后结实率极低(在 0.5% 以下)。为了探讨早竹开花后结实率低下的原因以及为人工杂交育种提供依据和参考, 我们对其花粉形态和生物学特性进行了观测研究。

1 实验材料和方法

1.1 实验材料

早竹的竹花采于杭州市郊浙江省林科院附近的竹园内, 为当年生新竹春季开的竹花。时间为 5 月上旬。采花时间在早上 7:00~8:00, 连枝条采下带回实验室插入装有水的烧杯中备用。当天采的花只用于当天的实验材料。观测一般分 3 个发育阶段: ①花药完全包在稃片内, 简称花药未露头; ②花药一部分包在稃片内, 一部分露在稃片外, 简称花药刚露头; ③花药已完全吐露在稃片外面, 简称花药已露头。

1.2 花粉形态观察

采后的花粉置于室内自然干燥, 然后撒在两面胶上, 在 IB-3 型离子溅射仪上作喷金处理, 最后置于日产 HITACHI SEM S-570 电子显微镜下观察并拍照。花粉粒大小以单位花粉计算, 单位为 μm 。

1.3 花粉活力的测定

采用 I-KI 染色测定法^[2]。取 KI 2 g 溶于 5~10 mL 蒸馏水中, 然后加入 1 g I₂, 待全部溶解后, 再加蒸馏水至 300 mL, 贮于棕色瓶中备用。取一花药于载玻片上, 加 1 滴蒸馏水, 用镊子充分捣碎后, 再加 1~2 滴 I-KI 溶液, 盖上盖玻片, 在显微镜下观察。

1.4 花粉萌发率测定

用硼酸 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、琼脂 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和不同质量浓度 ($0, 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}, 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}, 150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}, 200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$)

收稿日期: 1999-09-20; 修回日期: 1999-12-09

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(395100)

作者简介: 汪奎宏(1962-), 男, 浙江开化人, 高级工程师, 硕士, 从事竹类栽培研究。

L^{-1}) 的蔗糖溶液配制培养基备用。采不同发育阶段的花的花药, 在干洁盖玻片中央滴 2 滴培养基溶液, 然后将花粉少许散于培养基上, 过 1 h 后观测花粉的萌发数^[3]。

1.5 柱头自然授粉能力测定

取不同发育阶段的柱头置于干洁的载玻片上, 滴 1 滴 I-KI 溶液, 观察柱头上的花粉粒数^[4]。

1.6 花粉管生长的测定

花粉采集地同上。观测一般分 2 个发育阶段: ①花药一部分包在稃片内, 一部分露在稃片外, 简称花药刚露头; ②花药已完全吐露在稃片外面, 简称花药已露头^[2]。由于花药完全包在稃片内时的花粉萌发率极低, 最高也只有 1.65% (表 1), 所以此阶段不观察。在干洁载玻片中央滴几滴培养基溶液 (蔗糖 $100 g \cdot L^{-1}$ + 硼酸 $10 mg \cdot L^{-1}$ + 琼脂 $5 g \cdot L^{-1}$), 10~20 min 后直接置于低倍显微镜下观测, 并用测微尺定时计算长度^[3]。

表 1 花粉萌发率测定

Table 1 Determination of pollen germination rate

发育阶段	项目	蔗糖质量浓度 / ($g \cdot L^{-1}$)				
		0	50	100	150	200
花药未露头	镜检花粉数	116	120	121	115	101
	萌发粒数	1	0	2	1	0
	萌发率 / %	0.86	0	1.65	0.87	0
花药刚露头	镜检数	109	103	108	85	95
	萌发粒数	0	1	28	2	3
	萌发率 / %	0	0.97	25.93	2.35	3.16
花药已露头	镜检数	74	105	79	102	125
	萌发粒数	0	0	9	8	3
	萌发率 / %	0	0	11.39	7.84	2.40

2 结果与分析

2.1 花粉的形状和大小

早竹花粉的外观较一致, 呈近球形。花粉粒大小也较相近, 直径约为 $45.0 \sim 55.0 \mu m$ (图 1~5)。每粒花粉具有一个明显的突起物, 在突起物的末端有一个孔口, 称萌发孔, 近圆形 (图 4~5)。孔周围具加厚不一的孔环 (图 6~8)。萌发孔内径约为 $4.7 \sim 6.0 \mu m$, 外径约为 $10.0 \sim 12.0 \mu m$ 。萌发孔中间的突起物为花粉管的前端。花粉有内壁和外壁之分, 花粉外壁纹饰大多为细颗粒状, 颗粒较密 (图 6~9)。

2.2 花粉活力的分析

早竹的花粉粒在显微镜下呈近球形, 用 I-KI 染色测定法观察 6 000 余粒。凡被染成蓝色的为活力较强的花粉粒, 呈黄褐色为发育不良的花粉粒, 无色的为死亡花粉粒。统计结果见表 2。

表 2 花粉活力测定

Table 2 Determination of pollen vigour

发育阶段	镜检花粉数	发育良好		发育不良		死亡	
		粒数	%	粒数	%	粒数	%
花药未露头	5 266	1 367	53.27	1 088	42.40	111	4.33
花药刚露头	2 232	1 058	47.40	406	18.19	768	34.41
花药已露头	1 606	680	42.34	527	32.82	399	24.84

从表 2 可知, 发育良好的早竹花粉约占 50% 左右。这必然会影响到花粉的萌发并进一步影响到结实, 但因为还是有一半左右的花粉发育良好, 所以花粉活力并不是早竹花而不实的决定性因素。从表 2 中还可以看到花药未露头时的花粉粒发育不良高达 42.40%, 这是由于花粉还没有完全成熟造成的。

2.3 花粉萌发率分析

对于不同发育阶段的早竹花的花粉粒在不同质量浓度蔗糖培养基溶液的每种处理各观测 100 粒左

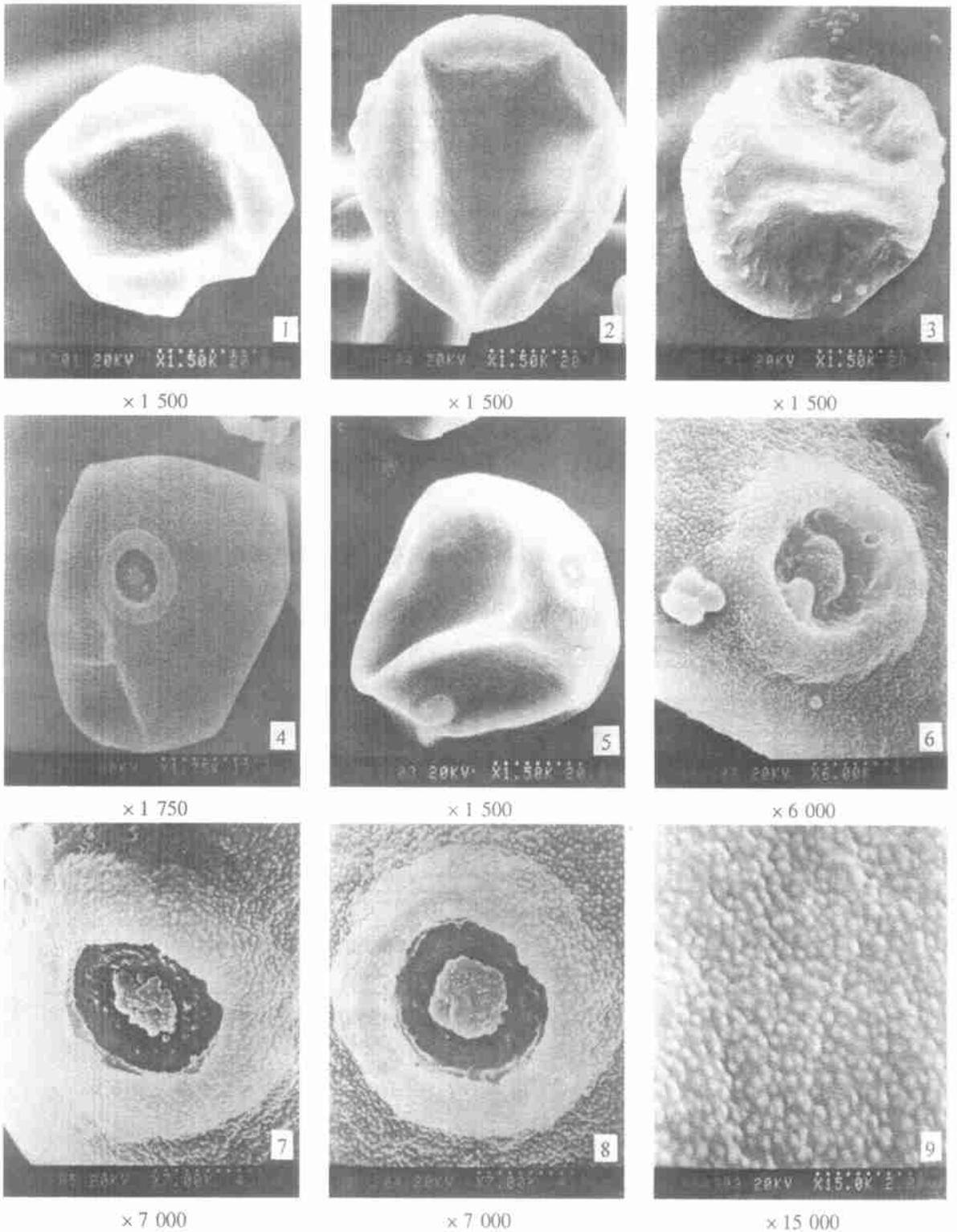


图 1~9 早竹花粉的形状与大小

Figures 1~9 Shape and size of pollen of *Phyllostachys praecox*

右, 数据结果见表 1。

从表 1 可见, 早竹花粉的萌发率普遍较低, 萌发率最高也不过 25.93%。不同质量浓度的蔗糖溶液培养基以 $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的萌发率为最高, 而不同发育阶段的花粉萌发率又以花药刚露头为最高。由此可见, 早竹花粉萌发率较低是早竹花而不实的主要原因之一。

2.4 柱头自然授粉能力的分析

对花药未露头、花药刚露头和花药已露头3个不同发育阶段进行观测,每一处理观测20个柱头。观测的数据处理见表3。

表3 柱头自然授粉能力

Table 3 Natural pollination capability of stigma

发育阶段	每个柱头授粉数/粒						柱头合计	授粉率/%
	0	1	2	3	4	5或5以上		
花药未露头	11	6	2	1	0	0	20	45
花药刚露头	6	5	4	1	0	4	20	70
花药已露头	4	6	2	3	1	4	20	80
小计	21	17	8	5	1	8	60	
占总数的%	35.00	28.33	13.33	8.33	1.67	13.33		65

由表3可知,柱头的授粉率随着柱头的发育完善而逐渐上升。平均授粉率为65%,约有1/3的柱头没有授粉。而且接受多粒以上花粉的柱头数量极少,5粒或5粒以上的仅占13.33%。但接受到1粒花粉的柱头占总数的28.33%,然而接受到1粒花粉的花其授精率也将是微乎其微。未授粉及只受到1粒花粉的柱头占总数的63.33%,近2/3。这也是造成早竹花而不实的原因之一。

2.5 花粉管生长的规律

观测时间为2h,每10~20min观测1次。每种处理观测15粒花粉管长度,然后求平均值,数据结果见表4,花粉管生长速度见表5。

表4 花粉管生长的测定

Table 4 Determination of growth of pollen tube

发育阶段	不同时间花粉管长度/ μm						
	10 min	20 min	40 min	60 min	80 min	100 min	120 min
花药刚露头	19.56	53.93	85.67	114.80	131.77	154.58	172.67
花药已露头	16.68	34.12	60.17	105.53	135.80	169.83	189.00

表5 花粉管在萌发后不同时间的生长速度

Table 5 Growth rate of pollen tube at various periods after germination

生长时间 /min	花药刚露头			花药已露头		
	花粉管全长 / μm	生长长度 / μm	生长速度 / $(\mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1})$	花粉管全长 / μm	生长长度 / μm	生长速度 / $(\mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1})$
10	19.56	19.56	1.96	16.68	16.68	1.67
20	53.93	34.37	3.44	34.12	17.44	1.74
40	85.67	31.74	1.59	60.17	26.05	1.30
60	114.80	29.13	1.46	105.53	45.36	2.27
80	131.77	16.97	0.85	135.80	30.27	1.51
100	154.58	22.81	1.14	169.83	34.03	1.70
120	172.67	18.09	0.90	189.00	19.17	0.96

由表4可知,花药刚露头和花药已露头的花粉的花粉管生长速度相近,区别不甚明显。由表5可知,花粉管的最快生长速度为 $3.44 \mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,花粉管的生长速度虽在前期有些波动,但后期逐渐趋向于 $1.0 \mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

3 讨论

早竹花粉在电子显微镜下观察为近球形,直径为 $45.0 \sim 55.0 \mu\text{m}$,单一萌发孔,孔明显,圆形,具明显的孔环和盖,萌发盖内凹。外壁纹饰为细颗粒状。这些结果与禾本科花粉形态的描述都是基本

一致的^{3,6,7}。

早竹花粉由于其孢壁很薄, 因此新鲜早竹花粉如直接置入扫描电镜下观察, 则由于花粉在样品室内受真空、水分气化干燥等作用, 样品将很快收缩。本试验虽对花粉采用自然干燥, 但花粉孢壁仍发生部分皱折(图 3~4), 所以干燥方式还有待进一步探讨。

早竹花粉的萌发率低是早竹花而不实的主要原因之一。从表 1 可知, 早竹花粉萌发率最高为 25.93%, 而且这是在室内条件下的萌发率, 在野外自然条件下, 由于受到温度、水分和病虫害等因素的影响, 花粉萌发率将更低。尤其是春季开的花, 花季刚好与雨季相近, 过多的水分极易使早竹花粉膨胀破裂, 从而使原生质外溢而失去萌发能力, 在室内实验条件下也经常可以看到花粉因吸水过多而使花粉破裂的现象。柱头自然授粉能力也是影响早竹受精的重要因子之一, 柱头接受多粒花粉的机会较低。由表 3 可知每个柱头接受 3 粒以上的概率为 23.33%, 并且接受的花粉很有可能因为风雨等影响而脱落或败育, 从而导致早竹花而不实。花粉败育及柱头受粉能力仅仅是早竹花而不实的部分原因, 影响开花结实还有其他一些因素, 如受精作用和受精卵的发育等, 这些问题有待进一步探讨。

早竹花粉管生长速度较快, 最快可达 $3.44 \mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, 当萌发 80 min 后速度趋于稳定, 约为 $1.00 \mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

参考文献:

- 1 胡超宗, 金爱武, 郇章顺, 等. 早竹保护地栽培覆盖材料的研究[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(1): 5~9.
- 2 华东师范大学生物系生理教研组. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980.
- 3 张文燕, 马乃训, 陈红星. 竹类花粉形态及萌发试验[J]. 林业科学研究, 1989, 2(1): 68~70.
- 4 张文燕, 马乃训, 吴玲玲, 等. 五月季竹开花结实的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1992, 11(2): 15~24.
- 5 范秀容, 李广武, 沈萍. 微生物学实验[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1989.
- 6 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙, 等. 中国植物花粉形态[M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 1997.
- 7 钱迎倩. 玉米花粉的人工萌发及花粉管的生长[J]. 植物学报, 1965, 13(4): 383~387.

Studies on morphology and biological characteristics of pollen from *Phyllostachys praecox*

WANG Kui-hong, HE Qi-jiang, WU Rong
(Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023 Zhejiang China)

Abstract: The cause of flower abortion of *Phyllostachys praecox* was studied by observation and determination of pollen morphology, vigour, germination rate, pollination capability of stigma and growth of pollen tube. The results are as follows: ① Pollen of *Ph. praecox* is ellipsoidal, with single germination aperture and granular exospore. ② Low germination rate of pollen and weak natural pollination capability of stigma are main factors causing flower abortion of *Ph. praecox*. ③ Its pollen tube has rapid growth speed and the maximum speed is $3.44 \mu\text{m}$ per minute. This paper offered reference basis for artificial pollination and cross breeding of *Ph. praecox*.

Key words: *Phyllostachys praecox*; pollen; morphology; biological characteristics; scanning electron microscopes