

桔梗雄性不育花药的发育解剖学研究

吴松权, 全雪丽, 朴雪梅, 严一字, 吴基日

(延边大学 农学院, 吉林 龙井 133400)

摘 要: 通过田间观察和石蜡切片法对桔梗不育和可育花药的形态及其解剖结构进行了比较研究, 结果表明: 桔梗可育和不育花器形态、花药长度无明显差异, 而开花后, 可育花药饱满、有光泽、有花粉粒散出, 不育花药皱瘪、无光泽、无花粉粒散出; 不育花药绒毡层提前退化解体, 导致小孢子发育异常。

关键词: 桔梗; 雄性不育; 花药; 解剖学

中图分类号: Q944.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)06-0729-03

Morphological study on anther development of male sterile of *Platycodon grandiflorum*

WU Song-Quan, QUAN Xue-Li, PIAO Xue-Mei, YAN Yi-Zi, WU Ji-Ri

(College of Agriculture, Yanbian University, Longjing 133400, China)

Abstract: The comparative study on anther's morphology and anatomy characteristics in *Platycodon grandiflorum* was carried out between male sterile and male fertility varieties by farming observation and paraffin section method. The results showed that male fertility had no obvious differences with male sterile in morphology and anther's length of flower, but after flowering, male fertility had full and lustrous anthers with pollen granule spilled out, male sterile had shriveled and lacklustre anthers with empty pollen. Tapetum layer of male sterile was degenerated and disappeared before fertility, leading to the degradation and finally abnormal development of the microspores.

Key words: *Platycodon grandiflorum*; male sterile; anther; anatomy

桔梗(*Platycodon grandiflorum*)为桔梗科桔梗属植物,别名铃铛花,包袱花,道拉基(朝鲜语),和尚帽等(刘德军等,2001;孙丽娜等,2007)。其根入药,具有宣肺、祛痰、散寒、镇咳、消肿、排脓等功效。桔梗根还可以制成菜肴,在中国东北地区及日本、韩国、朝鲜等东亚国家作为常用蔬菜之一。现代农业生产上对杂种优势的利用已成为提高产量和品质的重要措施。利用杂种优势的基础在于有该植物的雄性不育种质。到目前为止,已在43科162属297个种中发现雄性不育的存在(谢潮添等,2006),吴基日等(2007)从龙井当地采集的3年生野生桔梗中发现一株雄性不育种质。本试验主要对其无性繁殖后代的生殖发育过程中的花蕾进行解剖学观察,以了解桔梗雄性不育细胞学特征及雄性不育机理,为桔梗雄性不育系的研究和应用提供一定的理论依据。

1 材料与方法

以延边大学农学院桔梗试验圃地桔梗雄性不育种质JXB-1的无性扩繁后代(吴基日等,2007;吴京姬等,2007)的花蕾为研究材料,于2007年8月22日取不同生长发育期的花蕾按大小分级后用FAA固定液固定,逐级酒精脱水,石蜡包埋,常规石蜡切片法制片,切片厚度为10 μm,番红-固绿双重染色,加拿大树胶封片,显微镜观察并拍照。

2 结果与分析

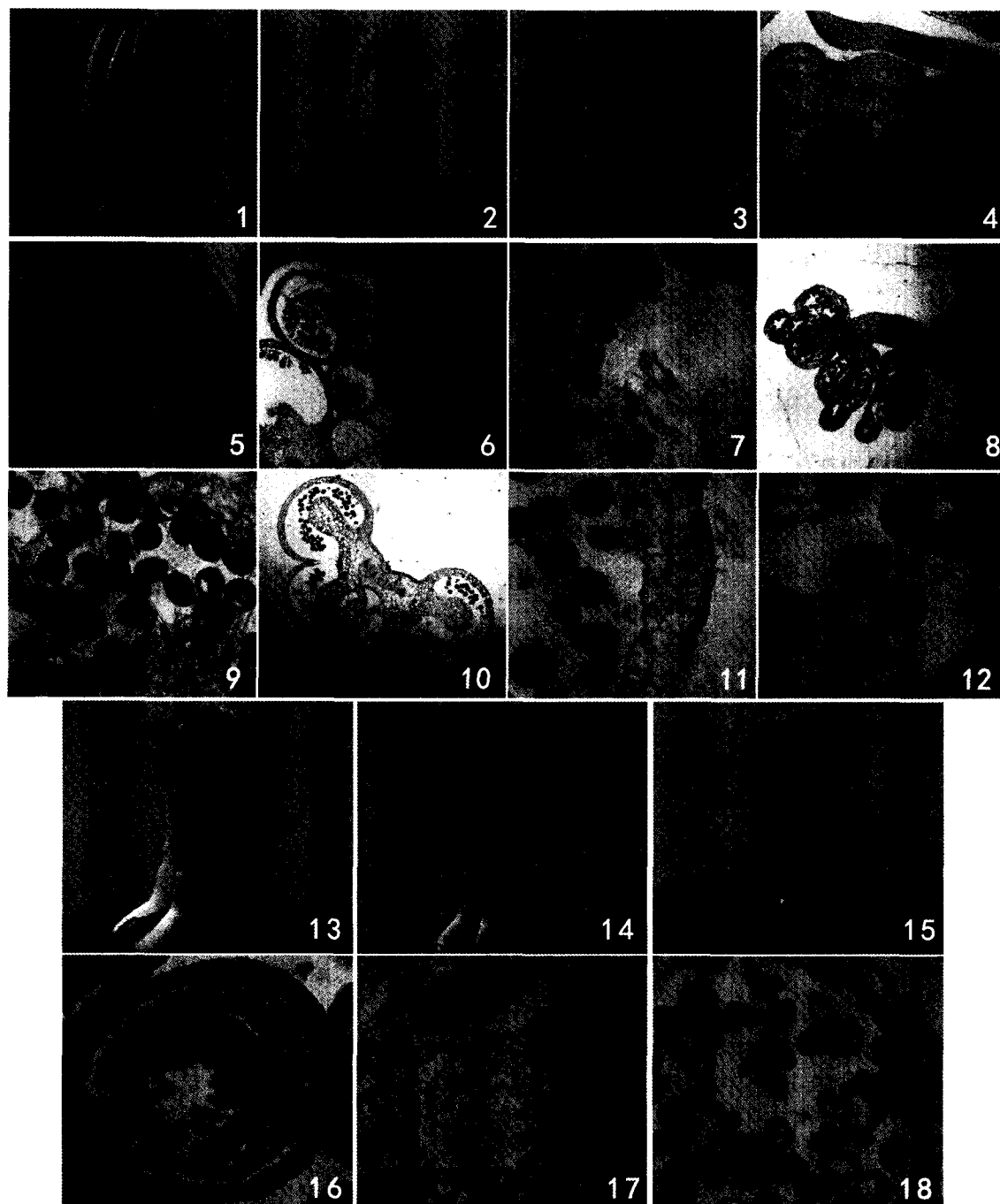
2.1 正常花药及其小孢子发育过程的细胞学观察

2.1.1 花器观察 正常可育的桔梗,每一花蕾含有5

收稿日期: 2008-06-25 修回日期: 2009-02-01

基金项目: 国家自然科学基金[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30660016)]

作者简介: 吴松权(1972-),男(朝鲜族),黑龙江鸡西人,副研究员,从事植物育种研究与教学工作。



图版 I 1-12. 正常桔梗花器和花药的发育过程; 13-18. 桔梗不育花器和败育花药发育过程 1. 开花当天花药; 2. 开花第二天花药; 3. 开花第三天花药; 4. 花粉母细胞时期一个花药的横切面($\times 100$); 5. 花粉母细胞时期的一个药室($\times 400$); 6. 四分体时期一个花药的横切面($\times 100$); 7. 四分体时期的一个药室($\times 400$); 8. 单核期一个花药的横切面($\times 100$); 9. 单核期的一个药室($\times 400$); 10. 二核期的药室内壁($\times 400$); 11. 成熟二核期一个花药的横切面($\times 100$); 12. 成熟二核期($\times 400$); 13. 开花当天花药; 14. 开花第二天花药; 15. 开花第三天花药; 16. 花粉母细胞时期一个药室($\times 400$); 17. 四分体时期($\times 400$); 18. 败育花粉粒($\times 400$)。

Plate I 1-12. Developmental process of flower organ and anther of normal *P. grandiflorum*; 13-18. Developmental process of sterile flower organ and anther abortion of *P. grandiflorum* 1. Anther of the 1st day of anthesis; 2. Anther of the 2nd day of anthesis; 3. Anther of the 3rd day of anthesis; 4. Cross section of an anther in microspore mother cell stage($\times 100$); 5. A pollen cell in microspore mother cell stage($\times 400$); 6. Cross section of an anther in tetrad stage($\times 100$); 7. A pollen cell in tetrad stage($\times 400$); 8. Cross section of an anther in uninucleate stage($\times 100$); 9. A pollen cell in uninucleate stage($\times 400$); 10. Endothecium of pollen cell of binucleate stage($\times 400$); 11. Cross section of an anther in mature binucleate stage($\times 100$); 12. Mature binucleate stage($\times 400$); 13. Anther of the 1st day of anthesis; 14. Anther of the 2nd day of anthesis; 15. Anther of the 3rd day of anthesis; 16. A pollen cell in microspore mother cell stage($\times 400$); 17. Tetrad stage($\times 400$); 18. Pollen abortion($\times 400$).

个花药。开花当天花药饱满,有光泽(图版I:1)。第二天花药开裂,花粉散出且包围在柱头上(图版I:2)。开花第三天,花药开始枯萎并离开柱头落到花瓣上面,已散出的花粉多数粘在花柱中部,少数散落在花冠底部(图版I:3)。

2.1.2 花药壁的发育 每一花药具4个花粉囊,横切面呈蝶形(图版I:4),小孢子母细胞减数分裂开始前,可见花药壁自外向内由表皮层1层、药室内壁2层、中层1层及绒毡层1层构成。初期表皮细胞、药室内壁、中层细胞均为扁平状。小孢子母细胞减数分裂时,绒毡层细胞体积达最大值(图版I:5),并出现多核化。四分体时期,绒毡层细胞、中层细胞出现解体迹象(图版I:6、7)。绒毡层发育属分泌型。单核期和二核期,药室内壁细胞变宽,呈径向伸长,且细胞壁有纤维加厚迹象(图版I:8、9),到成熟二核期内壁的细胞壁纤维加厚现象非常明显,此时两层药室内壁特征更明显,绒毡层和中层几乎完全解体(图版I:10)。表皮细胞在花药成熟后宿存或消失(图版I:11)。

2.1.3 小孢子及雄配子体的发育 小孢子母细胞早期呈半同心圆排列(图版I:4、5),由造孢细胞发育形成。小孢子母细胞减数分裂过程中所形成的四分体为四面体型(图版I:7)。小孢子之间被胼胝质壁所分隔,后来由于胼胝质壁的溶解,而使4个小孢子彼此分开,释放到药室中(图版I:8)。小孢子刚从四分体中释放出来时,形状不规则(图版I:9),以后逐渐变圆(图版I:10),体积增大,细胞核大,位于细胞中央,再经过一次细胞核分裂后形成具有两个核的二细胞花粉粒(图版I:11、12)。

2.2 雄性不育花药及其小孢子发育过程的细胞学观察

2.2.1 花器观察 不育的桔梗,每一花蕾也有5个花药。但开花当天不育花药皱缩,无光泽(图版I:13)。第二天花药开裂,但柱头周围未发现散出的花粉(图版I:14)。开花第三天,虽然其花药也开始枯萎并离开柱头落到花瓣上面,但花柱周围仍然没有发现的花粉(图版I:15)。

2.2.2 花药壁的发育 每一花药也具有4个花粉囊,花药壁自外向内由表皮、药室内壁、中层及绒毡层四部分构成,与正常花药壁相似。但在小孢子母细胞减数分裂时,绒毡层细胞出现多核化,并已开始解体(图版I:16)。在四分体时期,半成绒毡层细胞已解体;在有些材料中,在四分体时期,已出现药室内壁的细胞壁纤维加厚现象,而绒毡层已完全解体(图版I:17)。

2.2.3 小孢子及雄配子体的发育 早期小孢子母细

胞也呈半同心圆排列(图版I:16),由造孢细胞发育形成。桔梗小孢子母细胞减数分裂能够形成四分体,但没有正常桔梗四分体饱满,呈现出皱缩,后期四分体细胞显著膨大(图版I:17)。小孢子之间被胼胝质壁所分隔,以后4个小孢子彼此分开,释放到药室中。小孢子从四分体中释放出来后,形状始终是不规则,其细胞质和细胞核解体,仅剩下内空的花粉粒(图版I:18)。

3 讨论与结论

(1)不育和可育桔梗花器比较结果,它们的花器外观正常,花药长度无显著差异,但开花当天的不育花药皱缩,无光泽。其花药开裂正常,但无花粉粒散出。(2)绒毡层是花药中的哺育组织,在花粉发育过程中起着重要的作用。花粉败育主要与花药绒毡层发育异常有关(张英涛等,1996)。单子叶植物花药败育多数在单核至双核期,双子叶植物花药败育大多数在四分体和小孢子形成期(Lsaer & Lersten,1972)。本研究也观察到,不育桔梗花药绒毡层提前退化解体等异常现象。绒毡层异常将直接导致小孢子发生和发育所需的营养及相关的生物活性物质供给不足,可能是造成其小孢子发育异常的重要原因。

参考文献:

- 刘德军,冯维希. 2001. 桔梗[M]. 中国中医药出版社
- Lsaer KD, Lersten NR. 1972. Anatomy and cytology of microsporogenesis in cytoplasmic male sterile angiosperms [J]. *Bot Rev*, 38:425-454
- Sun LN(孙丽娜), Yan YZ(严一字), Wu JR(吴基日), et al. 2007. Optimization of RAPD conditions of *Platycodon grandiflorum* florus(桔梗 RAPD 反应体系的优化)[J]. *Guihaia*(广西植物) 27(3):410-413
- Wu JJ(吴京姬), Wu JR(吴基日), Yan YZ(严一字), et al. 2007. Study on the efficiency of the plant tissue culture of *Platycodon grandiflorum*(提高桔梗组织培养效率的研究)[J]. *Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), 35(12):3 565-3 572
- Wu JR(吴基日), Yan YZ(严一字), Piao J(朴锦), et al. 2007. Primary study on discovery and identification of male sterile germplasm for *Platycodon grandiflorum*(桔梗雄性不育种质 JXB-1 的发现与鉴定)[J]. *Agric Sci Yanbian Univ*(延边大学学报), 29(4):245-248
- Xie CT(谢潮添), Wei DM(魏冬梅), Tian HQ(田惠桥). 2006. Advances in cell biological researches on male sterility of higher plants(高等植物雄性不育的细胞生物学研究进展)[J]. *Plant Physiol Mol Bio*(植物生理与分子生物学报), 32(1):17-23
- Zhang YT(张英涛), Yang HD(杨海东), Chen ZXS(陈朱希昭). 1996. Advances on the study of tapetum(绒毡层研究进展)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 13(4):6-13