

## 矮沙冬青雌配子体及胚胎发育研究

周江菊<sup>1</sup>, 唐源江<sup>2</sup>, 廖景平<sup>2\*</sup>

(1. 凯里学院 生物科学技术系, 贵州 凯里 556000; 2. 中国科学院 华南植物园, 广东 广州 510650)

**摘要:** 矮沙冬青子房单心皮1室, 边缘胎座, 弯生胚珠, 胚珠具双珠被、厚珠心。大孢子孢原细胞发生于珠心表皮下, 大孢子母细胞减数分裂形成直线排列的四分体, 合点端大孢子具功能, 并按蓼型胚囊发育, 雌配子体成熟于4月中旬。双受精后, 胚乳发育为核型。在矮沙冬青大孢子发生、雌配子体和胚胎发育过程中未发现异常现象, 因此认为矮沙冬青濒危不存在雌性生殖结构与发育过程异常的内在因素。

**关键词:** 矮沙冬青; 大孢子发生; 雌配子体; 受精; 胚胎; 胚乳

**中图分类号:** Q944.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)05-0561-04

## Study on the development of female gametophyte and embryo in *Ammopiptanthus nanus*

ZHOU Jiang-ju<sup>1</sup>, Tang Yuan-jiang<sup>2</sup>, LIAO Jing-ping<sup>2\*</sup>

(1. Department of Biological Science and Biotechnology, Kaili College, Kaili 556000, China; 2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

**Abstract:** Simple ovary, the placentation is brink. The ovules are campylotropous. The ovule is bitegmic and crassinucellate. The megaspore archesporium is initiated from sub-epidermis of nucellus. The megaspore mother cell divides into linear tetrad after meiosis. The chalazal end megaspore is functional one. The embryo sac is the Polygonum type when the embryo sac is mature. Female gametophyte is mature in the middle ten days of April. The endosperm develops into nuclear type after fecundation. The abnormal development is not found in megasporogenesis and the development of female gametophyte and embryo of *Ammopiptanthus nanus*. It is suggested that the endangerment of this species is not related to megasporogenesis and the development of female gametophyte and embryo.

**Key words:** *Ammopiptanthus nanus*; megasporogenesis; female gametophyte; fecundation; embryo; endosperm

矮沙冬青 (*Ammopiptanthus nanus* (M. Pop.) Cheng f.) 又名新疆沙冬青、小沙冬青、矮黄花木, 隶属于豆科 (Leguminosae) 沙冬青属 (*Ammopiptanthus*), 为第三纪孑遗植物, 是亚洲中部荒漠特有的常绿阔叶小灌木, 在我国仅见于海拔 2 100~2 400

m 的新疆喀什地区南部昆仑山与帕米尔交界的狭窄地带 (中国科学院中国植物志编辑委员会, 1998), 天然更新困难, 濒临灭绝, 已被列入我国第一批珍稀濒危重点保护植物名录中 (国家环境保护局等, 1989)。矮沙冬青对荒漠山川防风固沙保持生态平

收稿日期: 2006-01-14 修回日期: 2006-06-06

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性项目 (KSCX2-SW-104) [Supported by Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences (KSCX2-SW-104)]

作者简介: 周江菊 (1966-), 女, 贵州从江县人, 教授, 主要从事植物资源学和生物学教学论研究, (E-mail) zjj0102626@sohu.com.

\* 通讯作者 (Author for correspondence)

衡有着不可替代的作用,有较高的药用价值,其种籽油酸含量达87%,是干旱区人民食用油和工业用油的新油源等,对其进行研究、保护和资源开发,具有十分重要的意义。目前有关矮沙冬青雌配子体及胚胎发生发育的研究尚未见报道,本文拟对其雌配子体及胚胎发育进行了研究,为矮沙冬青胚胎学研究提供新的资料,同时也探讨其濒危是否与雌性生殖结构及发育过程有关。

## 1 材料和方法

材料采自新疆维吾尔自治区乌恰县巴音库鲁提(75°35' E, 39°50' N, 2 100 m)和膘尔托阔依(74°51' E, 39°30' N, 2 700 m)。凭证标本:葛学军 075,存于中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)。2003至2004年,分别从3月上旬至4月下旬,采集不同发育时期的花蕾至开花为止,每隔3~5 d采集一次,用卡诺液固定后转入75%酒精中保存。爱氏苏木精整体染色,常规石蜡切片,厚度8 μm。用Axio-plan 2光学显微镜镜检和数码拍照(配套使用Axio-Vision Rel. 4.2软件)。

## 2 观察结果

矮沙冬青总状花序顶生,蝶形花冠,龙骨瓣分离,分离雄蕊10枚,荚果。

### 2.1 大孢子发生与雌配子体发育

**2.1.1 胚珠的形成** 矮沙冬青子房单心皮,1室,边缘胎座。3月10日以前,在子房壁内表皮下的局部细胞平周分裂产生突起,形成柱状胚珠原基(图版I:1),其细胞具有很强的分生能力。原基的前端分化成珠心,基部分化成珠柄。在珠心基部分化出内珠被和外珠被(图版I:3),胚珠在生长过程中逐渐弯曲,属于双珠被、弯生胚珠。

**2.1.2 大孢子的发生** 位于珠心表皮下方的孢原细胞,体积明显大于周围的珠心细胞,细胞核大,细胞质浓厚(图版I:2)。孢原细胞分裂产生的造孢细胞体积增大直接发育为大孢子母细胞(图版I:3),大孢子母细胞纵向延长,呈长圆形,体积明显增大,细胞核大,呈圆形。珠心表皮细胞和周缘细胞分别进行平周与垂周分裂,在大孢子母细胞与珠心表皮之间产生数层周缘珠心组织,属于厚珠心胚珠。大孢子母细胞减数分裂经过二分体(图版I:4)形成直线

排列的大孢子四分体(图版I:5),四分体的4个大孢子大小不等,合点端的较大,珠孔端的较小,随后珠孔端的3个大孢子逐渐退化解体,只有合点端的功能大孢子继续发育,并按蓼型胚囊发育。

**2.1.3 雌配子体发育** 功能大孢子体积逐渐变大,继而发育为单核胚囊。单核胚囊经1次有丝分裂形成二核胚囊(图版I:6),此时2核分别移向两极,两核之间存在一个大液泡(图版I:7)。二核胚囊的2核经2次有丝分裂先后形成四核胚囊(图版I:8、9)和八核成熟胚囊。成熟胚囊反足细胞早期退化,不易见到典型的反足细胞。成熟胚囊有2个极核(图版I:10)、2个助细胞(图版I:11)、1个卵细胞(图版I:11),矮沙冬青的胚囊发育属于蓼型。随着胚囊的发育,2个极核逐渐长大并靠近融合成次生核(图版I:12)。从二核胚囊开始珠心组织细胞逐渐退化。

### 2.2 胚胎发生发育

花粉粒内含物经花粉管进入胚囊被释放后进行双受精过程:1个精子和卵细胞融合成合子,另1个精子和中央细胞的次生核融合成初生胚乳核(受精极核),初生胚乳核明显增大(图版I:13)。

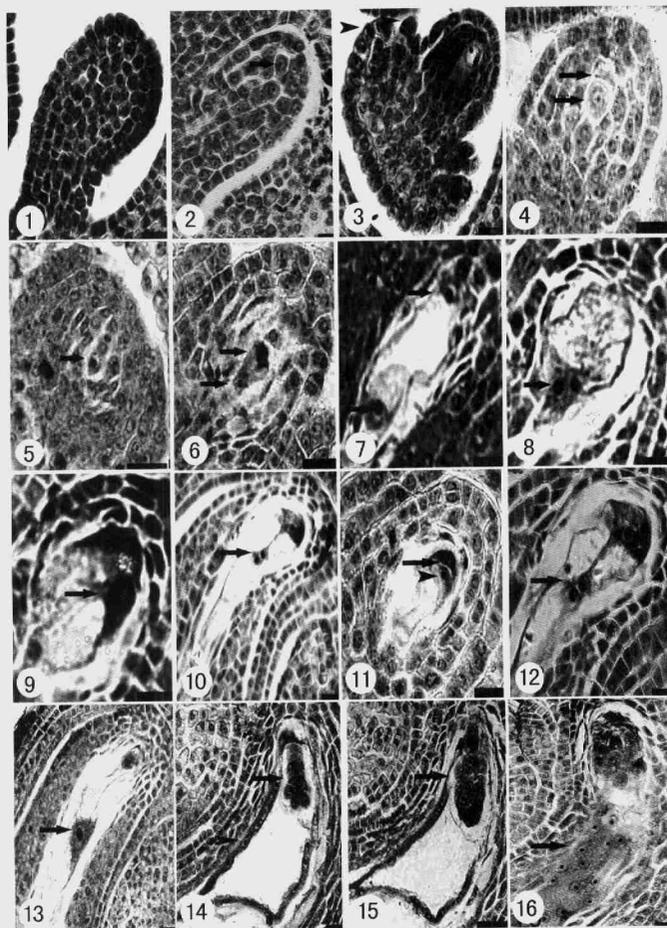
完成双受精后,初生胚乳核先分裂,合子后分裂。胚乳发育为核型,胚乳核分裂并不伴随形成细胞壁,而产生大量的游离核。随着游离核的增加和液泡的扩大,核被挤到四周(图版I:14-16)。发育后期,在游离核之间产生细胞壁使胚乳游离核细胞化。由合子分裂成原胚(图版I:15),胚柄呈棒状(图版I:14),原胚进一步发育形成球形胚。随着胚的不断发育,胚乳细胞逐渐被消耗。

雌雄配子体发育各时期与胚胎发育的对应关系见表1。

## 3 讨论

矮沙冬青子房单心皮1室,边缘胎座,胚珠弯生、厚珠心、双珠被。大孢子母细胞减数分裂形成直线排列的四分体,合点端大孢子具功能,胚囊发育为蓼型。双受精后,初生胚乳核先分裂,合子后分裂,核型胚乳。

韩雪梅等(1991)对同属的另一种植物——沙冬青(*A. mongolicus*)的雌配子体发育研究表明:沙冬青大孢子四分体呈直线或“T”型排列。而矮沙冬青大孢子四分体只呈直线排列。



图版 I 标尺长度为 20 $\mu$ m; 各图的右上端是珠孔端, 左下端是合点端。1. 胚珠原基; 2. 初原细胞时期胚珠; 3. 内外珠被发生和大孢子母细胞; 4. 二分体时期胚珠; 5. 四分体时期胚珠, 四分体呈线形排列, 合点端为功能大孢子; 6. 二核胚囊早期; 7. 二核胚囊; 8. 四核胚囊, 示合点端 2 核 (8, 9. 二个相邻切片); 9. 四核胚囊, 示端珠孔端 2 核; 10. 成熟胚囊中的 2 极核; 11. 成熟胚囊中的 1 个卵细胞和 2 个助细胞; 12. 即将融合成双生核的 2 个极核; 13. 受精极核; 14. 胚乳游离核和原胚胚柄; 15. 原胚胚体; 16. 原胚发育游离核移向胚囊四周。

Plate I The bar is 20  $\mu$ m. The top right corner is micropylar end and the top left is chalazal end. 1. The primordial ovule; 2. The ovule at the female archesporial cell stage; 3. The ovule at the megaspore mother cell stage, the initiation of inside and outside of the integuments; 4. The ovule at the dyad stage; 5. The ovule at the tetrad stage, showing linear tetrad, the chalazal end megaspore is functional one; 6. Two-nucleus embryo sac (early); 7. Two-nucleus embryo sac; 8. Four-nucleus embryo sac, showing two-nucleus at chalazal end (8, 9. two connected sections); 9. Four-nucleus embryo sac, showing two-nucleus at micropylar end; 10. Two polar nuclei in the mature embryo sac; 11. Egg cell and two synergids in the mature embryo sac; 12. Two polar nuclei begin to fuse; 13. Fecundation polar; 14. The free-nucleus of endosperm and suspensor; 15. Proembryo; 16. The free-nucleus move around embryo sac.

表1 雌雄配子体发育各个时期与胚胎发育的对应关系

Table 1 The development of female gametophyte and male gametes and embryo

时间 Date (月/日) (Month/Day)	大孢子发生及 雌配子体发育 各时期	小孢子发生及雄配 子体发育各时期	胚胎 发育
6/3~10/3	胚珠原基	小孢子造孢细胞时期	
11/3~15/3	孢原细胞时期	小孢子母细胞时期	
16/3~20/3	大孢子造孢细胞 时期,胚珠逐渐 弯生,珠心珠 柄分化	减数分裂时期	
21/3~25/3	大孢子母细胞 时期,内外珠被 发生	减数分裂时期,小 孢子四分体	
26/3~31/3	大孢子二分体 时期	单核小孢子时期	
1/4~5/4	大孢子四分体 时期	2细胞—花粉粒时 期,成熟花粉粒时 期(雄配子体时期)	
6/4~10/4	单核胚囊时期		
11/4~15/4	二核胚囊时期, 四核胚囊时期, 成熟胚囊时期		
16/4~20/4			受精
21/4~25/4			胚乳游离 核分裂
26/4~30/4			原胚发育

植物濒危的原因很多,其中很重要的原因之一是由于植物有性生殖过程的某些环节出现障碍,造成繁殖困难、个体数量减少而面临濒危(高润梅, 2002; 何田华等, 1998; 刘生龙等, 1995; 刘林德等, 1997, 1998; 鲁元学等, 1999; 潘跃芝等, 2001; 张寿洲等, 1997)。宋娟娟等(2003)对矮沙冬青减数分裂染色体行为进行了观察,结果表明其减数分裂染色体行为没有异常现象。本文对矮沙冬青雌配子体及胚胎发生发育进行了研究,结果表明大孢子形成过程正常;功能大孢子位置确定,数目一定,非功能大孢子正常退化;未见胚囊败育现象,因此认为矮沙冬青不存在雌性生殖结构与发育过程的异常现象。另外我们对其小孢子发生及雄配子体发育也进行了研究(另文),并无异常。由此看来,其致危的原因需从其它方面去寻找。

### 参考文献:

- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 1998. 中国植物志,第42卷第2分册[M]. 北京:科学出版社,394—397.
- Gao RM(高润梅). 2002. Study and improvement on embryology of rare and endangered plants(珍稀濒危植物的胚胎学研究进展)[J]. *J Shanxi Agric Univ*(山西农业大学学

报),3:239—245.

- Han XM(韩雪梅), Tu LZ(屠骊珠). 1991. Studies on the development of mege and microsporogenesis and male and female gametogenesis of *Ammopiptanthus mongolicus*(沙冬青雌雄大、小孢子发生与雌、雄配子体发育)[J]. *Acta Sci Nat Univ Neimenggu*(内蒙古大学学报(自然科学版)),22(1):119—126.
- He TH(何田华), Rao GY(饶广远), You RL(尤瑞麟). 1998. Embryological studies on endangered *Ophiopogon ylorrhizus*(Liliaceae)(濒危植物木根麦冬的胚胎学研究)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报),36(4):305—309.
- Liu SL(刘生龙), Wang LD(王理德), Gao ZH(高志海). 1995. Introduction of eight endangered or rare plant species in minqin desert area(八种珍稀濒危植物引种试验)[J]. *J Gansu Fore Sci Tech*(甘肃林业科技),3:10—14.
- Liu LD(刘林德), Wang ZL(王仲礼), Tian GW(田国伟), et al. 1997. Observation on floral morphology and heteranthery of *Eleutherococcus senticosus*(araliaceae)(刺五加花的形态学及雌蕊异常现象的观察)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报),35(1):1—6.
- Liu LD(刘林德), Wang ZL(王仲礼), Tian GW(田国伟), et al. 1998. Megasporogenesis, microsporogenesis and development of gametophytes in *Eleutherococcus senticosus*(Araliaceae)(刺五加加大、小孢子发生和雌雄配子体发育的观察)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报),36(4):289—297.
- Lu YX(鲁元学), Wu QA(武全安), Gong X(龚 洵), et al. 1999. Study on the sexual reproduction and biological characteristics of *Manglietia insignis*(红花木莲有性生殖和生态生物学特征的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物),19(3):267—271.
- National Environment Protection Bureau(国家环境保护局), Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences(中国科学院植物研究所). 1989. The Rare and Endangered Plant of China(中国珍稀濒危植物)[M]. Shanghai:Shanghai Educational Press(上海教育出版社),183—185.
- Pan YZ(潘跃芝), Gong X(龚 洵), Liang HX(梁汉兴). 2001. Studies on formation of microspores and development of male gametes in *Manglietia insignis*(濒危植物红花木莲小孢子发生及雄配子体发育的研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),23(1):85—90.
- Song JJ(宋娟娟), Tang YJ(唐源江), Liao JP(廖景平), et al. 2003. Observation on the chromosome behavior at meiosis of *Ammopiptanthus nanus*(濒危植物矮沙冬青减数分裂期染色体行为的观察)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报),11(2):166—168.
- Zhang SZ(张寿洲), Pan KY(潘开玉), Zhang DM(张大明). 1997. Observation on abnormal meiosis of pollen mother cells in *Paeonia suffruticosa* subsp. *spontanea*(矮牡丹小孢子母细胞减数分裂异常现象的观察)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报),39(5):397—404.