

# 草莓未受精子房离体雌核发育的研究

王文和<sup>1,\*</sup>, 吴禄平<sup>2</sup>, 赵玉萍<sup>1</sup>, 王超<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>北京农学院园林学院, 北京 102206; <sup>2</sup>沈阳农业大学园艺学院, 沈阳 110866)

**摘要:** 将凤梨草莓 (*Fragaria × ananassa* Duch.) 品种‘明旭’未受精子房在适宜离体条件下培养, 诱导其雌核发育。在雌核发育的不同时期采用爱氏苏木精整体染色—石蜡切片法、整体染色—冬青油透明—石蜡切片法、解剖—整体透明法观察研究, 结果表明雌核发育有 3 种不同的现象: ①卵细胞启动分裂形成原胚, 即卵细胞孤雌生殖; ②偶尔有反足细胞启动分裂形成细胞团, 但进一步发育的方向不清楚, 很难形成胚体, 未发现助细胞的无配子生殖; ③个别极核分裂形成少数类胚乳游离核、游离核集团或胚乳状细胞结构等自发胚乳。胚的形态表现多样, 可划分为典型胚、具畸形细胞胚和愈伤组织化胚。但无论哪种胚均是卵细胞孤雌生殖的结果; 典型胚的发育和体内正常胚胎发育途径相似; 胚囊植株主要经典型胚发育而成。具畸形细胞胚和愈伤组织化的胚很难形成胚囊植株。

**关键词:** 草莓; 未受精子房; 离体培养; 雌核发育

**中图分类号:** S 668.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2011) 08-1455-07

## Studies on Gynogenesis by Means of Culture *in Vitro* of Unfertilized Ovary of Strawberry

WANG Wen-he<sup>1,\*</sup>, WU Lu-ping<sup>2</sup>, ZHAO Yu-ping<sup>1</sup>, and WANG Chao<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Landscape Architecture, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; <sup>2</sup>College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

**Abstract:** The Neoregelia type strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) ‘Mingxu’ were used to induce gynogenesis by means of the suitable culture *in vitro* of unfertilized ovary. Three methods were employed to prepare sections during the growth period. Ehrlich hematoxylin intact staining-paraffin method, intact staining-holly oil cleaning-paraffin method and dissection-intact cleaning method. The embryological studies on unfertilized ovaries of strawberry cultured *in vitro* showed that the gynogenesis had three different phenomena. (1) Egg cell started to divide into proembryo, which is egg cell parthenogenesis. (2) Some antipodal cells started to divide into cell group occasionally, but the further developing of the cell group was unclear and difficultly formed into embryo. Moreover the apogamic of synergid was not observed additionally. (3) Polar nucleus individually divided into a few endosperm like free nuclei or the structure of free nuclei group. The *in vitro* embryos could be classified into three types, the typical embryo, the embryo with abnormal cells, and the callusized embryo. All the above embryos derived from the parthenogenesis of egg cells. The development of typical embryo from culture *in vitro* was

收稿日期: 2011-03-22; 修回日期: 2011-07-04

基金项目: 北京市科委资助项目 (Z080005032508017)

\* E-mail: wwahs@163.com

similar to the normal embryo of the plant. The gynogenic plants primarily developed from the typical embryo. Embryos with abnormal cells and embryos with callus tissue are hard to develop into embryo sac plants.

**Key words:** strawberry; unfertilized ovary; culture *in vitro*; gynogenesis

与花粉的“雄核发育”(androgenesis)相对应, San Noeum (1979)采用了“雌核发育”(gynogenesis)的概念来表示在离体条件下由未受精胚囊产生单倍体胚和植株的过程 (Kimber & Riley, 1963)。虽然胚囊中自然发生单倍体的现象曾在大约 100 种植物中有过记载 (Raghavan, 1976), 但由于其发生的偶然性和低频率, 大多数缺乏细胞学研究。胚囊成员细胞从分化结束后在离体条件下获得了阻断其遗传确定的发育方向的发育能力, 继续发育, 甚至形成染色体减数的胚囊植株, 成为倍性育种的又一有效途径。一些试验结果表明, 这种发育来源是一个或多个细胞, 单一或多途径的 (Mukhambetzhano, 1997)。目前已对一些经济植物离体培养未受精的子房和胚珠雌核发育过程进行了不同程度的胚胎学观察, 甚至国内已有利用未受精子房培育成黄瓜新品种的报道 (韩毅科 等, 2010)。作者曾从离体培养的草莓未受精子房获得了染色体数减半的胚囊植株 (王文和, 2001)。为了进一步弄清草莓雌核发育的过程, 丰富草莓生殖生物学的内容, 以及为获得草莓倍性育种新材料提供实验体系, 对离体培养的草莓未受精子房雌核发育进行了详细研究。

## 1 材料与方法

试验于 2000 年 5 月至 2001 年 10 月在沈阳农业大学草莓资源圃进行。供试材料为凤梨草莓 (*Fragaria × ananassa* Duch.) 品种 ‘明旭’。经试验摸索采用能诱导未受精草莓子房形成有胚 “种子” 的最佳综合条件进行培养, 即: 取春季开花前 2 d 的聚伞花序一级花柄上花蕾, 经 4 °C 低温预处理 48 h 后, 消毒, 在无菌条件下去雄后将花托直插于 MS 培养基上 (MS + 2 mg · L<sup>-1</sup> 2,4-D + 6% 蔗糖 + 0.8% 琼脂)。变温 (25 °C / 16 °C) 暗培养 1 周后, 变温光照黑暗交替培养, 光周期 12 h。取成熟的 “种子” 播于 1/2MS + 2% 蔗糖 + 0.8% 琼脂的培养基中萌发, 生长, 取其根尖进行染色体计数。

细胞组织学观察: 取培养 3、4、5、6 和 7 d 后子房膨大的花托, 采用爱氏苏木精整体染色, 石蜡切片法制片; 将培养 8、9、10、11、12、14、16、18 和 20 d 的材料, 结合王蔚魁 (1981) 的报道, 采用整体染色, 冬青油透明, 石蜡切片法制片, 本技术可以有效提高效率和准确度; 将培养 20 d 后膨大的子房解剖, 整体透明法处理 (Herr, 1971)。永久切片和经透明处理的胚用 OLYMPUS BH-2 型显微镜观察和摄影。

## 2 结果与分析

培养过的子房经整体染色后切片观察, 发现多数胚囊退化, 胚珠不能发育; 原胚主要起源于卵细胞; 胚体形成的模式多样化; 反足细胞也可启动分裂, 但只形成由少量细胞组成的细胞团, 且发育去向不明; 未受精极核也可分裂, 形成分散游离核, 聚集为游离核团或形成类胚乳细胞; 未看到助细胞分裂形成原胚的证据。以下就上述观察结果具体分别描述。

### 2.1 卵细胞的孤雌生殖

去雄后的着生多数离生单雌蕊的花托接种时, 胚囊发育已接近成熟, 助细胞和卵细胞呈三角状

分布,形态特征明显,为鉴定珠孔端原胚的起源提供了依据(图版,1)。有些子房在培养3 d时,胚囊珠孔端看到卵细胞明显增大,核也较大,极性明显,近珠孔端被大液泡占据,核靠近合点端,且合点端原生质浓,而两个助细胞形态未发生显著变化(图版,2),或培养4 d后助细胞退化(图版,3)。在培养5 d的子房切片中,胚囊珠孔端已有二细胞原胚。从位置上及综合分析可知,原胚起源于卵细胞而非助细胞,属卵细胞的孤雌生殖,其早期发育过程与体内合子发育基本一致。卵细胞第一次为横分裂,产生由1个小而原生质浓的顶细胞和1个大而珠孔端液泡化的基细胞组成的二细胞原胚(图版,4)。接着顶细胞和基细胞分裂,形成4细胞原胚,由合点端三细胞发育成胚体,珠孔端一细胞形成胚柄,发育类型属紫菀型(图版,5)。

## 2.2 反足细胞的启动分裂

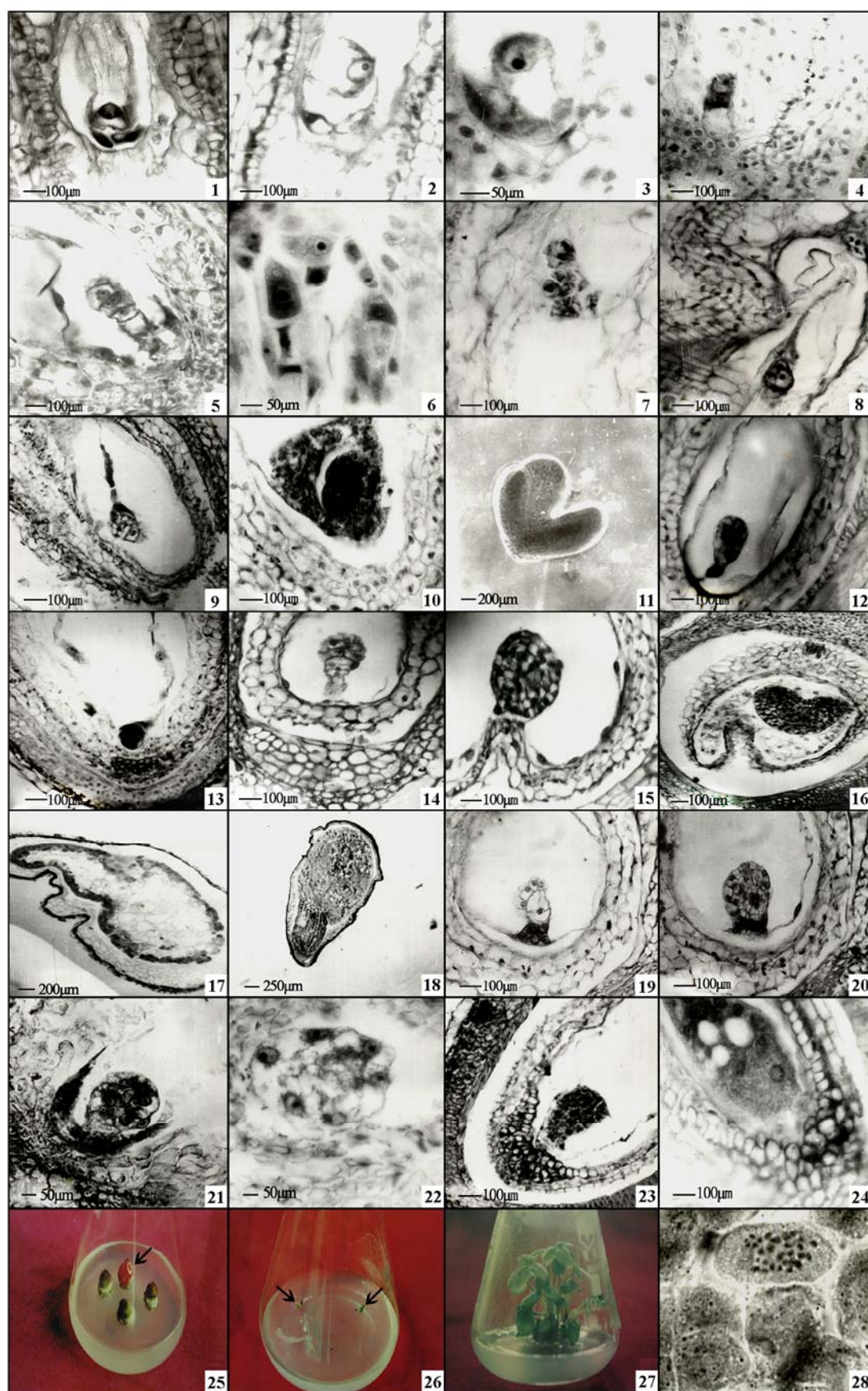
由于草莓的胚囊较狭窄且弯曲,反足细胞小而不明显,和其邻近的珠心细胞相似,因而观察到反足细胞最初的启动分裂相当困难,只有依据其细胞特征和位置才可确认。如细胞质浓,核大,染色均较深,具明显的分生组织细胞的特性,位置正处于反足细胞处等,据此认为这些有启动分裂迹象的细胞是反足细胞,而非珠心细胞(图版,6)。在培养10 d的切片中3个启动分裂的反足细胞可以形成3个不规则的细胞团,但进一步发育的情况不明(图版,7)。

## 2.3 未受精极核的分裂

子房培养5 d后,在切片中,观察到有的极核开始分裂,而反足细胞却退化(图版,8)。类胚乳核的形状与分布表现出多样化,在培养7 d的切片中有的与早期草莓的核型胚乳极相似,核游离分布(图版,5),有的由少数游离核及原生质形成络状结构,将球形原胚悬垂于胚囊之中(图版,9);8 d后有的形成核集团分布在胚体的周围(图版,10),有的与胚体的有无无关,游离核聚集在一起(图版,24);16 d后甚至有的产生出具细胞壁的“胚乳”细胞(图版,16)。

## 2.4 胚体的发育模式

草莓胚囊植株是由卵细胞的孤雌生殖经胚的不同阶段发育而来。胚囊原胚在生长和分化过程中出现了明显的多样性。根据观察结果,归纳为3种类型:①典型的胚。这种胚如同一般双子叶植物胚的结构。原胚经球形胚、心形胚、鱼雷形胚到成熟胚。球形胚期胚柄明显或不明显,具类胚乳核或不具类胚乳核(图版,12~15)。培养16 d后发育至心形胚(图版,16)。培养30 d后“种子”生长停止。如果胚的形状和内部结构均正常,具这样胚的“种子”在适宜的条件下可以萌发(图版,18)。当然也有一些形态看似正常,但组成胚体各部分的细胞排列较疏松,尤其是子叶细胞,表现为发育不良,营养积累少(图版,17),这样的“种子”不能萌发,或萌发困难,即使成苗也易夭折。此外还发现有具3枚子叶的异常胚(图版,11)。②具畸形细胞的胚。这是一种特殊的发育类型。在培养14和16 d的材料中发现,在个别胚早期就出现组成胚体的细胞在形态和结构上有明显不同。胚体中部细胞体积明显增大,细胞质变淡,并高度液泡化,表现出逐渐丧失分裂能力,而胚体顶侧细胞仍可进行分裂,胚体基部细胞分裂后不形成细胞壁,而呈多核体结构,整个胚表现为由3种细胞嵌合而成(图版,19、20)。这种具畸形细胞的早期原胚不能形成真正完整的胚。③愈伤组织化的胚。在培养10 d后的切片中观察到开始液泡化的球形胚(图版,21)和胚体细胞液泡化明显的球形胚(图版,22)。培养16 d有的则表现为胚体细胞松散排列(图版,23)。培养30 d后在所有解剖过的胚珠中发现有两个胚珠的胚囊内在珠孔端各有1个形状不规则的细胞团,这是原胚发育的某个阶段愈伤组织化的结果,还是形状不规则的胚体,还有待研究。



**图版说明：**

1. 已分化成熟的胚囊，示其中的卵器；2. 培养 3 d，示卵器；3. 培养 4 d，极性明显的卵细胞和退化的助细胞；4. 培养 5 d，示二细胞原胚；5. 培养 7 d，具胚柄的早期原胚；6. 培养 3 d，有分裂迹象的反足细胞；7. 培养 10 d，切片中形成的 3 个反足细胞团；8. 培养 5 d，极核开始分裂形成的 4 个核及退化的反足细胞；9. 培养 7 d，游离核及原生质将球形原胚悬挂起来；10. 培养 8 d，包围球形胚的类胚乳游离核集团。11. 培养 30 d，具 3 子叶的异常胚；12. 培养 8 d，球形胚，无类胚乳游离核；13. 培养 8 d，球形胚，有类胚乳核；14. 培养 9 d，典型具胚柄的球形胚；15. 培养 14 d，球形胚，胚柄不明显，有少量类胚乳游离核；16. 培养 16 d，心形胚和细胞化类胚乳；17. 培养 25 d，“种子”纵切，示营养积累少、排列疏松的胚体细胞；18. 培养 30 d，成熟的“种子”纵切，示子叶、胚轴、胚根等；19. 培养 14 d，由三部分细胞嵌合在一起的胚状体；20. 培养 16 d，嵌合胚状体；21. 培养 10 d，开始液泡化的球形胚；22. 培养 10 d，明显液泡化的球形胚；23. 培养 16 d，胚体细胞排列疏松，愈伤组织化的球形胚；24. 培养 8 d，示类胚乳游离核团；25. 培养 30 d，“种子”成熟，其周围膨大的花托也由白变红；26. 播种 10 d，“种子”萌发；27. 胚囊植株试管苗；28. ‘明旭’胚囊植株根尖细胞染色体 ( $2n = 4x = 28$ )。

**Explanation of plates:**

1. Egg apparatus in a mature embryo sac as seeds setting; 2. Egg apparatus in the 3rd day after cultivated; 3. Egg with obvious polarity and degenerative synergid in the 4th day after cultivated; 4. Two-cell proembryo in the 5th day after cultivated; 5. An early proembryo with a suspensor in the 7th day after cultivated; 6. Division omen of antipodal cells in the 3rd day after cultivated; 7. Three antipodal cells masses were formed in the 10th day after cultivated; 8. Degenerative antipodal cells and four nucleus formed from the division of pole nucleus in the 5th day after cultivated; 9. Globular proembryo was hung by free nucleus and protoplasmic connection in the 7th day after cultivated; 10. Free nucleus masses of like-endosperm surrounding globular embryo in the 8th day after cultivated; 11. Dissected abnormal embryo with three cotyledons in the 30th day after cultivated; 12. Globular embryo without free like-endosperm nucleus in the 8th day after cultivated; 13. Globular embryo and like-endosperm nucleus in the 8th day after cultivated; 14. A typical globular embryo with a suspensor in the 9th day after cultivated; 15. Globular embryo, obscure suspensor, a few free like-endosperm nucleus in the 14th day after cultivated; 16. Heart-shape embryo and cellized like-endosperm nucleus in the 16th day after cultivated; 17. A longitudinal section of a “seed”, showing embryo proper cells with a little nutrition, arranging loosely in the 25th day after cultivated; 18. A longitudinal section of a mature “seed”, showing cotyledon, caulicle, corcle etc. in the 30th day after cultivated; 19. Embryoid joined by three parts of cells in the 14th day after cultivated; 20. Joined embryoid in the 16th day after cultivated; 21. Globular embryo beginning to vacuolized in the 10th day after cultivated; 22. Globular embryo vacuolized obviously in the 10th day after cultivated; 23. Callusized globular embryo with embryo body cells arranged loosely in the 16th day after cultivated; 24. Free nucleus masses of like-endosperm in the 8th day after cultivated; 25. Around a “seed” of ‘Mingxu’, the inflated receptacle became red from white in the 30th day after cultivated; 26. “Seed” of ‘Mingxu’ began to germinate in the 10th day after cultivated; 27. Extensive reproduction seedling of gynogenic plant of ‘Mingxu’; 28. chromosome number of gynogenic plant of ‘Mingxu’ ( $2n = 4x = 28$ ) .

## 2.5 胚囊植株

在合适的培养基上诱导 30 d，极个别未受精草莓子房形成成熟“种子”，其周围的花托膨大，并由绿色转为白色，最后变为红色（图版，25）。将成熟“种子”接种在培养基上，约 10 d 后，有的“种子”萌发（图版，26）。萌发后形成的幼苗经多次更换新鲜培养基，逐渐生长发育成较健壮的胚囊植株（图版，27）。取胚囊植株试管苗根尖进行染色体计数，证明从凤梨草莓品种‘明旭’诱导出的胚囊植株染色体数减半，即  $2n = 4x = 28$ （图版，28）。

## 3 讨论

离体条件下雌核发育具有多种胚胎学发育模式（王文和，2005），多数胚是由卵细胞孤雌生殖发育而来；部分原胚来源于卵细胞的孤雌生殖和反足细胞的无配子生殖；少数植物，单倍体既可来自成熟卵细胞，又可来自大孢子。西葫芦未受精胚珠离体培养发现胚囊植株来源于卵细胞（谢冰 等，2006）。大卫百合被认为是由大孢子直接进行雌核发育的（谷祝平和郑国昌，1983）。水稻的情况很特殊，卵细胞仅能进行异常的游离核分裂，而助细胞的无配子生殖是原胚的主要来源，反足细胞偶尔也可分裂成类似原胚的结构（田惠桥和杨弘远，1984）。

本试验表明，凤梨草莓的未受精子房培养，染色体减数的原胚主要来自卵细胞的孤雌生殖。来自卵细胞孤雌生殖的原胚发育和正常胚胎发育相比较，早期各阶段基本一致，发育类型属紫菀型（王文和 等，2007）。



在子房或胚珠离体培养中,不少植物中央细胞因受到刺激而进行分化形成自发胚乳,如巴西橡胶(*Hevea brasiliensis*) (杨晓泉和傅家瑞, 1997)、向日葵(*Helianthus annuus*) (Yang et al., 1986)、异株女娄菜(*Melandrium album*)、黄花羽扇豆(*Lupinus luteus*)、铁筷子(*Helleborous niger*) (Mol et al., 1995)、油菜(*Brassica napus*) (Chmielowiec et al., 1997)和一种堇菜(*Viola odorata*) (Wijowska et al., 1998)。离体诱导的胚乳常包含有 10 个核左右,铁筷子胚珠中有 260 ~ 420 个胚乳核,但没有细胞结构出现,仅在异株女娄菜的一个胚珠中观察到细胞侧壁 (Mol et al., 1995)。离体条件下自发胚乳开始发育的方式不同,可以是未融合的极核,次生极核,多核胚囊直接形成多核胚乳状细胞,或还未弄清自发胚乳来自何方 (王文和, 2005)。本试验离体条件下自发胚乳游离核可达多个,并在个别胚珠中也观察到细胞壁,但有关自发胚乳来源细节还不能明确。

雌核发育的早期发生形成原胚,但后期却经由胚状体或愈伤组织两种途径再生植株。有的植物只观察到胚状体途径,有的只观察到愈伤组织途径,而有的两种途径都存在,且每一种途径中包括的植物都既有单子叶也有双子叶植物 (王文和, 2005)。然而,本试验中发现凤梨草莓胚的形态可归纳为 3 种,即典型的胚、具畸形细胞的胚和愈伤组织化的胚。其中具畸形细胞的胚是一种特殊的发育类型,类似的结构在水稻中曾有报道 (周嫦和杨弘远, 1981)。具畸形细胞的胚和愈伤组织化的胚能否成苗,还有待研究。

## References

- Chmielowiec M, Kuat E, Przywara L, Rog L. 1997. An attempt to induce gynogenesis in *Brassica napus* L. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica et Zoologica*, 39 (11): 49.
- Gu Zhu-ping, Zheng Guo-chang. 1983. *In vitro* induction of haploid plantlets from unpollinated young ovaries of lily and embryological observations. *Acta Botanica Sinica*, 25 (1): 24 - 27. (in Chinese)
- 谷祝平, 郑国昌. 1983. 百合未受精子房的培养及其胚胎学观察. *植物学报*, 25 (1): 24 - 27.
- Han Yi-ke, Du Sheng-li, Wei Ai-min, Zhang Li, Liu Nan, Zhang Gui-hua, Zhao Guo-yun. 2010. A new cucumber cultivar 'Jinmei 3' bred by unfertilized ovary culture. *Acta Horticulturae Sinica*, 37 (3): 509 - 510. (in Chinese)
- 韩毅科, 杜胜利, 魏爱民, 张 历, 刘 楠, 张桂华, 赵国云. 2010. 利用未受精子房培养技术育成黄瓜新品种 '津美 3 号'. *园艺学报*, 37 (3): 509 - 510.
- Herr J M Jr. 1971. A new clearing-squash technique for the study of ovule development in angiosperms. *Amer J Bot*, 58: 785 - 790.
- Kimber G, Riley R. 1963. Haploid angiosperm. *Bot Rev*, 29: 480 - 537.
- Mol R, Betka A, Wojciechowicz M. 1995. Induction of autonomous endosperm in *Lupinus luteus*, *Helleborous niger* and *Melandrium album* by *in vitro* culture of unpollinated ovaries. *Sexual Plant Reproduction*, 8: 273 - 277.
- Mukhambetzhonov S K. 1997. Culture of nonfertilized female gametophytes *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 48: 111 - 119.
- Raghavan V. 1976. *Experimental embryogenesis in vascular plant*. USA: Academic Press.
- San Noeum L H. 1979. *In vitro* induction of gynogenesis in higher plant (*Hordeum vulgare* L.) // Zeven S, Harten A C, van A M. Proceedings of the conference 'Broadening the Genetic Base of Crops'. Eucarpia, Wageningen (Netherlands): Wageningen (Netherlands) Pudoc: 327 - 329.
- Tian Hui-qiao, Yang Hong-yuan. 1984. Morphogenetic aspects of gynogenetic embryoid and callus in ovary culture of *Oryza sativa* L. *Acta Botanica Sinica*, 26 (4): 372 - 375. (in Chinese)
- 田惠桥, 杨弘远. 1984. 水稻子房培养中的胚状体与愈伤组织形成发生特点. *植物学报*, 26 (4): 372 - 375.
- Wang Wei-kui. 1981. Several methods of staining the whole in paraffin preparation for phytoembryological research. *Hereditas* (Beijing), 3 (5): 33 - 34. (in Chinese)
- 王蔚魁. 1981. 植物胚胎学研究中石蜡切片的几种整体染色法. *遗传*, 3 (5): 33 - 34.
- Wang Wen-he. 2001. Studies on *in vitro* gynogenesis in strawberry [Ph. D. Dissertation]. Shenyang: Shenyang Agricultural University. (in Chinese)
- 王文和. 2001. 草莓离体雌核发育的研究 [博士论文]. 沈阳: 沈阳农业大学.
- Wang Wen-he. 2005. Advances in induction of gynogenesis *in vitro* by unpollinated ovary and ovule culture. *Chinese Bulletin of Botany*, 22: 108 -

117. (in Chinese)
- 王文和. 2005. 未授精子房和胚珠离体培养诱导植物雌核发育研究进展. 植物学通报, 22: 108 - 117.
- Wang Wen-he, Xu Yu-feng, Wang Dan. 2007. Study of *Fragaria ananassa* Duch. embryo development. Chinese Agricultural Science Bulletin, 23 (3): 133 - 137. (in Chinese)
- 王文和, 许玉凤, 王 丹. 2007. 草莓胚胎发育. 中国农学通报, 23 (3): 133 - 137.
- Wijowska M, Kuta E, Przywara L. 1998. Autonomous endosperm formation in *in vitro* culture of unpollinated ovules of *Viola odorata* L. Folia Morphologica, 57: 71.
- Xie Bing, Wang Xiu-feng, Fan Zhi-cheng. 2006. Improved conditions of *in vitro* culture of unpollinated ovules and production of embryonary sac plants in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). Scientia Agricultura Sinica, 39 (1): 132 - 138. (in Chinese)
- 谢 冰, 王秀峰, 樊治成. 2006. 西葫芦未受精胚珠离体培养条件的优化及胚囊植株的产生. 中国农业科学, 39 (1): 132 - 138.
- Yang H Y, Zhou C, Cai D T, Yan H, Wu Y, Chen X M. 1986. *In vitro* culture of unfertilized ovules in *Helianthus annuus* L.//Hu H, Yang T Y, Haploids of higher plants *in vitro*. Beijing, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Acad Press: 183 - 191.
- Yang Xiao-quan, Fu Jia-rui. 1997. The origin of callus and embryoid in cultured unfertilized ovules of *Hevea brasiliensis*. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 5 (4): 65 - 69. (in Chinese)
- 杨晓泉, 傅家瑞. 1997. 巴西橡胶树未授粉胚珠培养时愈伤组织与胚状体的起源. 热带亚热带植物学报, 5 (4): 65 - 69.
- Zhou Chang, Yang Hong-yuan. 1981. *In vitro* embryogenesis in unfertilized embryo sacs of *Oryza sativa* L. Acta Botanica Sinica, 23 (3): 176 - 179. (in Chinese)
- 周 嫦, 杨弘远. 1981. 水稻未受精胚囊的离体胚胎发生. 植物学报, 23 (3): 176 - 179.

## 征 订

## 欢迎订阅 2012 年《作物学报》

《作物学报》是中国科学技术协会主管, 中国作物学会和中国农业科学院作物科学研究所共同主办, 科学出版社出版的有关作物科学的学术期刊。前身可追溯到 1919 年创办的《中华农学会丛刊》。主要刊载农作物遗传育种、耕作栽培、生理生化、种质资源以及与作物生产有关的生物技术、生物数学等学科具基础理论或实践应用性的原始研究论文、专题评述和研究简报等。办刊宗旨是报道本领域最新研究动态和成果, 为繁荣我国作物科学研究、促进国内外学术交流、加速中国农业现代化建设服务。读者对象是从事农作物科学研究的科技工作者、大专院校师生和具有同等水平的专业人士。

《作物学报》从 1999 年起连续 12 年获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”的资助。2006—2011 年连续 6 年获“中国科协精品科技期刊工程项目 (B 类)”资助。从 2002 年起连续 9 年被中国科技信息研究所授予“百种中国杰出学术期刊”称号。2011 年获“第二届中国出版政府奖期刊奖提名奖”, 2005 年获“第三届国家期刊奖提名奖”。2008 年被中国科学技术信息研究所授予“中国精品科技期刊”称号。2009 年被中国期刊协会和中国出版科学研究所授予“新中国 60 年有影响力的期刊”称号。据北京大学图书馆编著的《中文核心期刊要目总览》(2004 和 2008 年版) 登载, 《作物学报》被列在“农学、农作物类核心期刊表”的首位。

《作物学报》为月刊, 2012 年定价 50 元/册, 全年 600 元。可通过全国各地邮局订阅, 刊号: ISSN 0496-3490, CN 11-1809/S, 邮发代号: 82-336。也可向编辑部直接订购。

地址: 北京市海淀区中关村南大街 12 号, 中国农业科学院作物科学研究所《作物学报》编辑部; 邮编: 100081。

电话: 010-82108548; 传真: 010-82105793; 网址: <http://www.chinacrops.org/zwxzb/>

E-mail: [zwxzb301@mail.caas.net.cn](mailto:zwxzb301@mail.caas.net.cn); [xbzw@chinajournal.net.cn](mailto:xbzw@chinajournal.net.cn)