

doi:10.11937/bfyy.20171686

姜花油细胞的发育解剖学研究

侯佳¹, 刘金泉¹, 王占义², 范燕萍³

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古农业大学 草原与资源环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010020; 3. 华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要:利用徒手切片技术、半薄切片技术、超薄切片技术和透射电镜、扫描电镜等方法研究了姜花油细胞的分布、发育过程及发育过程中细胞超微结构的变化。结果表明:姜花中的油细胞仅分布于花器官,其中唇瓣和退化雄蕊是油细胞的主要分布场所;姜花油细胞的发生发育共经过5个阶段,分别是分生组织阶段、原始细胞阶段、液泡化阶段、细胞质解体阶段、成熟油细胞阶段;电子显微镜观察显示姜花的油细胞发育过程中先后形成初生与次生纤维素壁层,周围的鞘细胞随着油细胞的发育进程,其液泡、细胞质、细胞器等的大小、数量和电子致密度均发生了变化。

关键词:姜花;油细胞;发育;芳香;超微结构

中图分类号:S 573⁺.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)23-0106-08

姜花(*Hedychium coronarium* Koen)属姜科姜花属植物,俗称蝴蝶花、白草果,其花芳香馥郁,既可作为切花,也可提取挥发油配制香精,是重要的芳香植物资源。油细胞广泛存在于芳香花卉的

花部器官,单个散生,积累芳香精油。但由于花器官结构单薄、脆弱,在切片制作过程中细胞结构容易破毁,因此相关报道不多。该研究以姜花的地上部各器官为研究对象,通过对传统的徒手切片技术加以改进,对半薄切片技术体系加以优化,对各器官中油细胞的分布情况、发育过程进行观察研究,对香花植物释香规律及芳香植物的利用有一定的实践价值。

1 材料与方法

1.1 试验材料

姜花采自广州市农业推广中心姜花栽培基地。基地内姜花正常栽培管理,未进行其它试验

第一作者简介:侯佳(1981-),女,硕士,讲师,现主要从事园林花卉栽培及抗性生理等研究工作。E-mail:bj116116@sina.com.

责任作者:范燕萍(1964-),女,博士,教授,现主要从事花卉分子生物学及生理等研究工作。E-mail:fanyanping@scau.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30972026, 31560141)。

收稿日期:2017-07-18

population quantity, human interference, water eutrophication, algae restraint, nibbling of aquatic animals and human excessive dredging might become the significant reasons causing endangered *Ottelia acuminata*. It was proposed in this study that some effective conservation strategies of *Ottelia acuminata* should be taken by protecting its water resources in original residence, its growth environment and populations so as to realize *insitu* conservation, besides, some *ex-situ* conservation strategies of *Ottelia acuminata* as introduction and domestication and scientific research should also be taken to increase its population of *Ottelia acuminata*.

Keywords: *Ottelia acuminata* (Gagnep.) Dandy.; biological characteristic; rare plants; cause of endangerment; conservation strategies

处理。选择健康植株作为取样对象,以手术刀快速切取叶、花序、茎,冰盒保存带回实验室做进一步试验处理。

1.2 试验方法

1.2.1 光学显微镜观察

取冰盒保存的叶、花序、茎,在体视显微镜(Olympus-16)下用双面刀片切成薄片(约 100 μm)后,中性红染色 30 min,用蒸馏水洗至无色再渗止。将薄片贴于玻片,烤片机烤干,二甲苯透明,中性树胶封片。在光学显微镜(Olympus BX51)下观察拍照。

根据姜花花部发育的不同阶段,将其划分微蕾期、小青蕾期、青蕾期、白蕾期。取不同时期的姜花花蕾固定于 2.5%戊二醛($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液配制, pH 7.2)中,4 $^{\circ}\text{C}$ 低温固定 6 h, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液冲洗,1%锇酸室温固定 1.5 h, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液冲洗,经乙醇系列 50%、70%、85%、90%、95%、100%脱水,每级 30 min,最后用 100%乙醇重复脱水 2 次,环氧丙烷置换 3 次,每次 20 min,Spurr 树脂浸透并包埋。利用 Leica R 超薄切片机切片,半薄切片厚度 1 μm ,甲苯胺蓝染色,光学显微镜(Olympus BX51)观察并照相。

1.2.2 透射电镜观察

光学显微镜观察得到半薄切片的同时,进行超薄切片,切片厚度 70 nm,柠檬酸铅-醋酸双氧铀染色后,Philips FEI-TECNAI 12 透射电镜观察并照相,加速电压 100 kV。

1.2.3 扫描电镜观察

活体采样,取盛开期花瓣,固定于 2.5%戊二醛($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液配制, pH 7.2)中,4 $^{\circ}\text{C}$ 低温固定 4 h, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液(PBS)冲洗,1%锇酸室温固定 1 h, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液冲洗,梯度酒精脱水,乙酸正戊脂过渡,JFD-310 冷冻干燥机干燥,JFC-1600 离子溅射仪喷镀 1 min,在 FEI-XL30 扫描电子显微镜下观察并照相。

2 结果与分析

2.1 油细胞在姜花不同器官的分布情况

叶片上下表皮由排列紧密的表皮细胞组成;

近腹面叶肉为发达的 1~2 层栅栏组织,细胞长棒状;背腹面为排列松散的 2~3 层海绵组织,近圆形。维管束明显,且密度较大。叶片中不含有油细胞(图 1-A);对姜花花部横切面的显微观察表明,油细胞在花器官中散生,包括花萼、唇瓣、花瓣状退化雄蕊、花柱、花丝、花梗等组织中均有分布(图 1-B、图 2-A)。唇瓣和退化雄蕊是油细胞的主要分布场所,其中唇瓣基部分布尤为密集,因此将其作为研究花瓣释香的主要组织。在花瓣上表皮的皮下层和维管束周围,油细胞的数量明显高于其它部分;茎秆中间无髓腔,维管组织形成外韧有限维管束,散生,无油细胞分布(图 1-C、D)。

2.2 油细胞的发育过程的解剖结构变化及其与花器官发育的关系

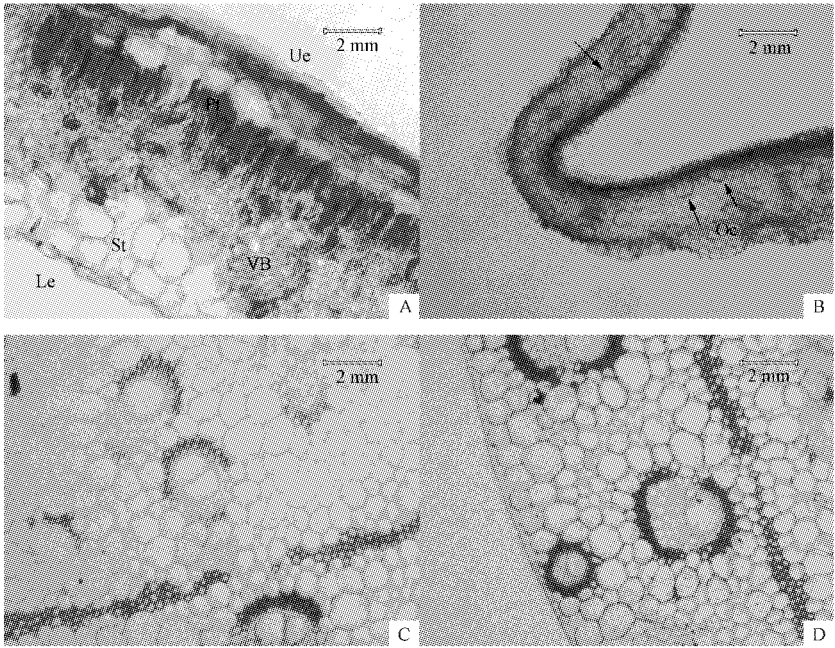
2.2.1 油细胞发育过程的解剖结构的变化

根据姜花花部发育的不同阶段,将其划分微蕾、小青蕾期、青蕾期、白蕾期(图 2-B)。姜花的油细胞以单个异细胞形式存在于花部的薄壁组织中,直到油细胞原始细胞呈现出体积较大、细胞核大而明显的特征才明显可辨。根据油细胞内部结构的变化,将其发生、发育过程分为 5 个阶段。

分生组织阶段:微蕾期的花蕾组织中的细胞一小部分仍保持高度分裂的能力,为原分生组织与初生分生组织组成。各细胞在大小、形状、内含物等方面相同,呈现排列紧密、细胞质浓厚、着色深、细胞核大而明显、液泡化程度较低、细胞壁薄(图 2-B)。未发现特征明显的油细胞的原始细胞。

原始细胞阶段:小青蕾期的花部中出现单个散生的油细胞原始细胞。唇瓣和退化雄蕊是油细胞的主要分布场所,其中唇瓣基部分布尤为密集,因此将其作为研究花瓣释香的主要组织。油细胞原始细胞的体积较周围的叶肉基本分生组织细胞略大,呈多角形。油细胞原始细胞的细胞体积略大于周围细胞,其周围细胞已出现明显的液泡化,细胞质、细胞核已被挤到细胞壁附近。而油细胞原始细胞的细胞质浓厚、染色深、液泡化程度低、核及核仁区明显(图 2-C)。油细胞原始细胞周围的鞘细胞初步排列形成,但形状、结构、大小与周围细胞无异(表 1)。

液泡化阶段经历了 3 个发育阶段:1)液泡化阶段初期。青蕾期花部细胞继续长大,花瓣的厚



注: A. 叶片横切, 叶片内部基本组织; B. 花瓣横切, 花瓣内油细胞分布; C~D 茎横切, 茎中疏导组织。

Note: A. Leaf cross-cutting, the basic structure of the leaves; B. Petals cross, the petals within the oil cell distribution; C—D. Stem cross-cutting, the stem to ease the organization.

图 1 地上部不同器官油细胞分布对比

Fig. 1 Comparison of the distribution of oil cells in different organs

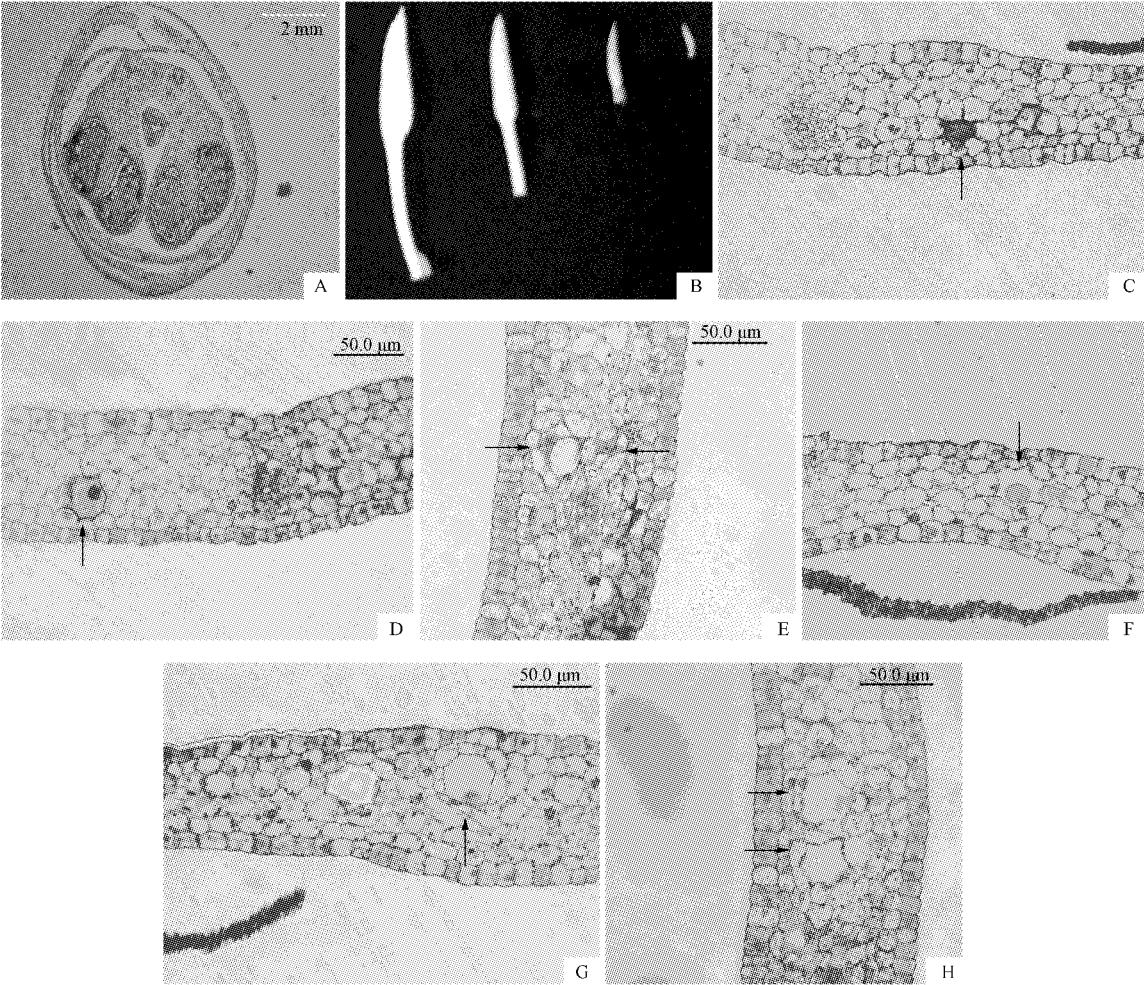
表 1 油细胞发育过程中花部细胞解剖结构对比

Table 1 Comparison of anatomical structures of flower cells in oil cell development

项目 Items	油细胞 Oil cells					薄壁组织细胞 Parenchyma cells				
	分生组 织阶段	原始细 胞阶段	液泡化 阶段	细胞质解 体阶段	成熟油细 胞阶段	分生组 织阶段	原始细 胞阶段	液泡化阶段 Liquid vacancy stage	细胞质解体阶段 Cytoplasmic disintegration stage	成熟油细胞阶段 Mature oil cell stage
细胞形状 Shape of cells	多边形	多边形	多边形	多边形	多边形	近圆形	近圆形	近圆形	近圆形	近圆形
垂周壁式样 Pattern of anticlinal wall	拱形	拱形	拱形	平直或 拱形	平直或 弓形	平直或 弓形	拱形或 浅波状	拱形或 浅波状	拱形或 浅波状	拱形或 浅波状
细胞质浓度 Density of cytoplasm	浓稠	浓稠	较浓稠	稀薄	无	浓稠	较稀薄	稀薄	稀薄	稀薄
液泡 Bubble	无	小而少	逐渐融合形成 中央大液泡	中央大 液泡	中央大 液泡	无	中央大 液泡	中央大 液泡	中央大 液泡	中央大 液泡

度明显增加。油细胞体积在该阶段迅速增大,约为周围细胞体积的 2~3 倍,细胞质浓厚、核区明显,并伴随有小液泡出现(图 2-D),周围的鞘细胞仍无明显变化。2)液泡化阶段中期。液泡化程度增加,细胞质内的小液泡增多,相邻液泡间相互融

合,形成了几个较大的液泡,挤压细胞质所占据的空间,细胞质被挤压向中心移动(图 2-E)。3)液泡化阶段后期。几个较大的液泡相互融合,形成了一个大的液泡。由于细胞质中的小液泡继续加入,大液泡的体积不断增大,呈团状、结构完整



注: A. 微蕾横切面,分生组织阶段; B. 从右往左,依次为微蕾期、小青蕾期、青蕾期、白蕾期; C. 小青蕾期原始油细胞; D. 液泡化初期的油细胞; E. 液泡化中期的油细胞; F. 液泡化后期的油细胞; G. 细胞质解体阶段; H. 成熟的油细胞。

Note: A. Transection of micro-bud stage, meristem stage; B. From right to left, followed by micro-bud stage, micro-greenbud stage, greenbud stage, white bud stage; C. micro-greenbud stage, primeroil cell; D. Oil cell in the first of vacuole stage; E. Oil cell in the middle of the vacuole phase; F. Oil cell in the late stages of vacuole; G. Cytoplasmic disintegration; H. Mature oil cells.

图 2 油细胞发育进程

Fig. 2 Oil cell development process

(表 1)。油细胞体积进一步增大,达到周围细胞的 3~4 倍。周围的鞘细胞形状趋于扁平,围绕油细胞排列(图 2-F)。

细胞质解体阶段:中央大液泡继续扩大,细胞质染色变浅,边缘模糊,体积逐渐缩小。周围的鞘细胞形状更加明显,围绕、保护油细胞(图 2-G)。

成熟油细胞阶段:油细胞经液泡化阶段后,体积达到最大,为周围细胞的 4~5 倍,细胞质、细胞核消失。整个油细胞腔被大液泡充满,成为油囊,

油细胞发育完成,进入积累期(图 2-H)。油细胞中开始大量积累黑色嗜钨物质。周围鞘细胞围绕更加紧密,且呈拱形,明显区别于周围的薄壁组织细胞(表 1)。

2. 2. 2 油细胞发育与器官发育的关系

油细胞发生早、发育过程迅速。油细胞比相邻细胞分化早,因此,在花粉母细胞分化的双核期前就可看到已分化的油细胞,大部分油细胞在双核期完成分化,少量延后。花瓣的基本分生组织

和原分生组织中难以区分油细胞的原始细胞与周围细胞,油细胞的发生和发育在白蕾期结束前完成(表 2)。

2.3 油细胞发育过程中细胞超微结构的变化

油细胞发育过程中,油细胞和周围鞘细胞的超微结构也发生了一系列变化。液泡化阶段初期的油细胞具有较大的体积,细胞核位于中央,体积大、核仁显著。细胞质内分布有少量的质体、内质网、线粒体等细胞器,细胞质电子致密度高,小液泡众多(表 3)。其细胞壁薄仅由一层初生纤维壁构成,电子致密度低。周围的鞘细胞液泡化程度较高,大小不一的液泡正在融合形成中央大液泡。细胞质电子致密度较高,也含有少量的质体、内质网、线粒体等细胞器(图 3-A)。在细胞质解体阶段,油细胞细胞核消失,细胞质边缘模糊,细胞质内几无细胞器分布(表 3)。初生纤维素壁层内沉淀形成了一层次生纤维素壁层,细胞壁明显增厚,其厚度与周围的鞘细胞细胞壁形成明显对比。该

阶段周围的鞘细胞液泡化程度高,形成中央大液泡。细胞质内仍有质体、内质网、线粒体等细胞器少量分布(图 3-B)。成熟油细胞阶段的油细胞细胞核、细胞质溶解,仅剩一个中央大液泡(表 3)。次生纤维素壁层开始消融,消融处仅留下电子致密度较浅的初生纤维素壁层。周围的鞘细胞中央大液泡体积缩小,细胞质体积明显增加,且电子致密度加深(图 3-C)。成熟的油细胞内部仍被中央大液泡占据,外层纤维素壁进一步消融。消融处可见初生纤维素壁。周围的鞘细胞变化明显,细胞质电子致密度明显加深,可见大量质体、线粒体、内质网等细胞器分布其中(图 3-D)。细胞壁消融完成后的成熟油细胞,仅剩初生纤维素壁,积累了大量精油(图 3-E)。周围的鞘细胞恢复液泡化,细胞质电子致密度降低、体积变小,细胞内的细胞器数量明显减少。油细胞在花瓣中应为圆形(图 3-F、G),因切片技术缘故,呈现多边形。

表 2 油细胞发育阶段与器官发育时期的对应关系

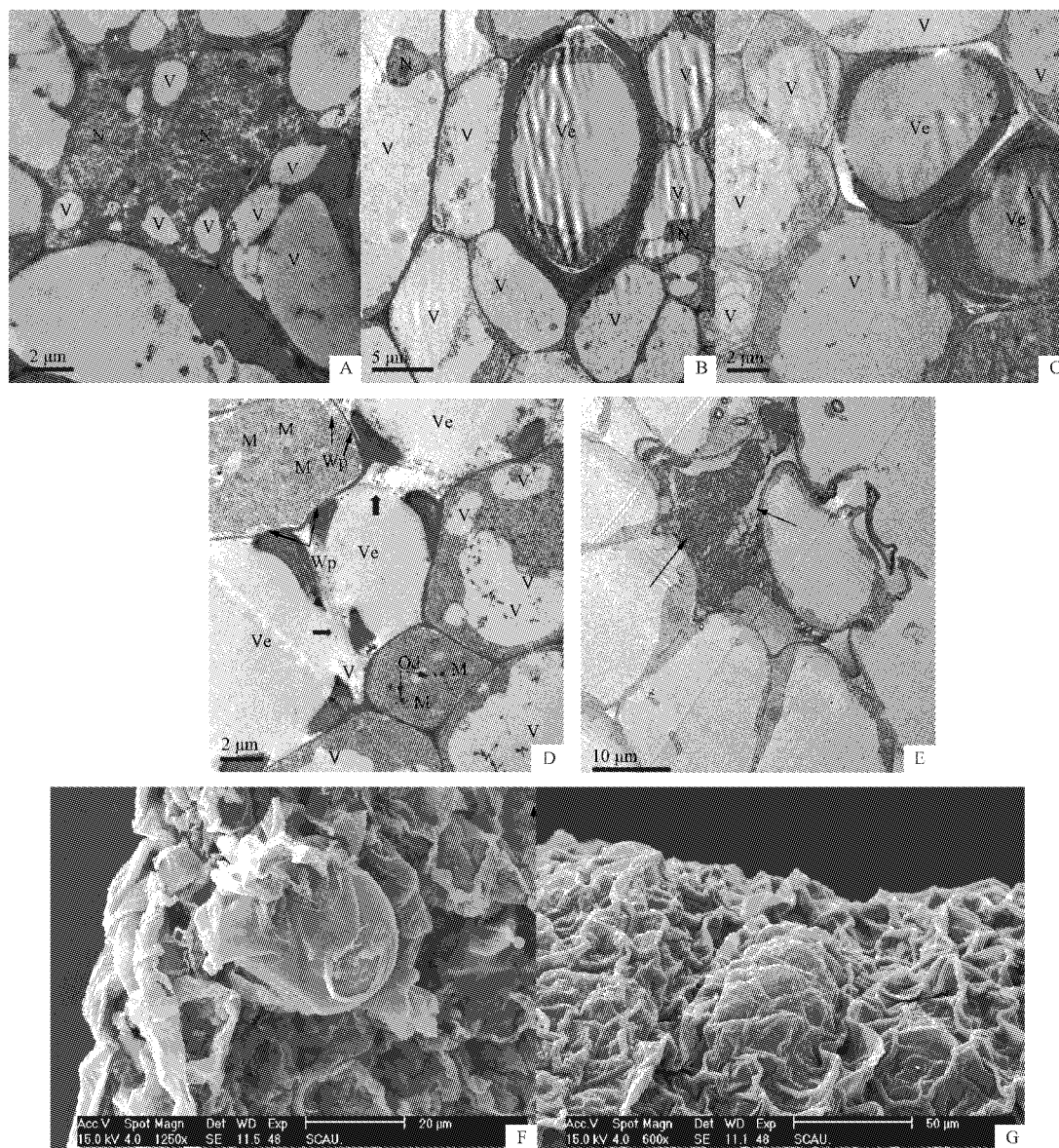
Table 2 Correspondence between oil cell development stage and organ development period

器官发育时期	微蕾期	小青蕾期	青蕾期	白蕾期
Organ development period	Micro-bud stage	Small green bud period	Green bud period	White bud period
油细胞发育阶段	分生组织阶段	原始细胞阶段	液泡化阶段	成熟油细胞阶段
Oil cells development stage			细胞质解体阶段	

表 3 油细胞与鞘细胞超微结构对比

Table 3 Comparison of ultrastructure of oil cells and sheath cells

项目 Items	油细胞 Oil cells						鞘细胞 Sheath cells			
	液泡化 阶段	细胞质 解体 阶段	成熟油 细胞 阶段	次生细 胞壁消 融阶段	精油积 累完成 阶段	液泡化 阶段	细胞质 解体 阶段	成熟油细胞阶段 Mature oil cell stage	次生细胞壁消融阶段 Secondary cell wall ablation stage	精油积累完成阶段 Essential oil accumulation is completed
细胞器数量 Number of organelles	多	少	无	无	无	少	较少	较多	多	少
细胞壁 Cell wall	初生细 胞壁	初生、次 生细胞壁	初生、次 生细胞壁	初生、次 生细胞壁	初生细 胞壁	初生细 胞壁	初生细 胞壁	初生细 胞壁	初生细 胞壁	初生细 胞壁
细胞质浓度 Density of cytoplasm	浓稠	稀薄	无	无	无	稀薄	较稀薄	较浓稠	浓稠	稀薄
液泡 Bubble	小液泡相 互融合	中央大 液泡	中央大 液泡	中央大 液泡	无	中央大 液泡	中央大 液泡	中央大 液泡	小液泡	中央大 液泡



注: A~E. 透射电镜图, 油细胞发育过程中细胞的超微结构变化。A. 液泡化阶段初期的油细胞, 核区明显、小液泡众多, 细胞壁薄; B. 细胞质解体阶段的油细胞, 细胞核消失, 细胞质边缘模糊, 细胞壁明显增厚; C. 成熟油细胞阶段的油细胞, 细胞壁开始消融, 消融处仅留下浅色边界; D. 成熟的油细胞, 细胞壁进一步消融; E. 细胞壁消融完成后的成熟油细胞, 积累了大量精油。F~G. 白姜花唇瓣扫描电镜图, 油细胞形态。F. 花瓣横切, 油细胞细胞壁光滑表面; G. 花瓣表皮, 油细胞形态。Le. 下表皮; N. 细胞核; Oc. 油细胞; Od. 嗜饿滴; P. 质体; Pt. 栅栏组织; Ue. 上表皮; Ve. 导管; V. 液泡; Vb. 维管束; W. 细胞壁。

Note: A—E. Transmission electron microscopy, showing the cell during the development of cells in the ultrastructural changes. A. The initial oil cell in the vacuolar stage, the nucleus is obvious, the small bubble is numerous, the cell wall is thin; B. The cytoplasmic phase of the oil cell, the nucleus disappears, the cytoplasm is blurred, the cell wall is thickened; C. Mature oil cell stage oil cell, cell wall began to ablate, ablation only left light border; D. Mature oil cells, cell wall further ablation; E. Cell wall ablation after the completion of mature oil cells, accumulated a lot of essential oils. F—G. White ginger flower lips scanning electron microscopy, showing oil cell morphology. F. Petals cross-cut, showing oil cell cell wall smooth surface; G. Petal epidermis, showing oil cell morphology. Le. Lower epidermis. N. Nucleus; Oc. Oil cell; Od. Osmiophilic; P. Plastid; Pt. Palisade tissue; Ue. Upper epidermis; Ve. Catheter; V. Vesicle; Vb. Vascular bundle; W. Cell wall.

图 3 油细胞发育过程的超微结构对比

Fig. 3 Ultrastructural comparison of oil cell development

3 讨论

芳香花卉如茉莉、墨兰、芳香型山茶‘克瑞默大牡丹’等花瓣中仅有薄壁细胞^[6-10],而一些芳香花卉花瓣中含有分泌结构。植物的分泌组织包括外分泌组织和内部分泌组织。外分泌组织包括腺毛,腺表皮和着生在表皮的半透明腺体,如 *Ocimum basilicum* L. 花瓣表面的腺体随香气物质的释放而逐渐塌陷^[11]。植物的内部分泌组织包括分泌囊、分泌道和分泌细胞等。花瓣中内部分泌结构常为分泌细胞,即油细胞。姜花属于这种类型。

玉兰各器官中除根以外均有油细胞分布,木姜子的根、茎、叶和果实内都有油细胞分布^[1,5]。经观察,姜花只有花部有油细胞分布,其中唇瓣和退化雄蕊的分布密度高于花部其它部分。樟科、木兰科等植物油细胞广泛分布植物体的各个部位,挥发性持久、芳香物质分子质量大,学者对其油细胞发育过程与物质变化研究较为深入。仅花部释香的芳香花卉,花部发育时间短、挥发性物质分子量小、释放期集中^[6,12-16],花瓣内油细胞的结构特点、发育过程表现独有的特点。

姜花的内部分泌结构油细胞单个或散生在花瓣中,其体积较周围细胞大,易于识别。通过半薄切片可以看到,姜花中的油细胞多数为多边形,分布于花部的薄壁组织中,油细胞的大小与周围薄壁组织细胞差别不大,成熟油细胞仅为其大小的4~5倍。姜花的油细胞发生发育共经过5个阶段,分别是分生组织阶段、原始细胞阶段、液泡化阶段、细胞质解体阶段、成熟油细胞阶段。成熟的油细胞在白蕾期完成前已基本发育完成,之后进入精油的合成、积累阶段。

在姜花的油细胞发育过程中,细胞壁的结构也随之发生变化。在电子显微镜下,姜花油细胞内的变化与在光学显微镜下观察到的趋势是相同的。油细胞成熟过程中,油细胞的初生纤维素壁内侧不断沉积形成次生纤维素壁层。在油细胞成熟后至精油积累前,这一层次生纤维壁层又逐渐消失,最终只剩下电子致密度较低的初生纤维壁层。荷花玉兰(*Magnolia grandiflora*)、菖蒲(*Acorus calamus*)、月桂(*Laurus nobilis*)等植物的油细胞细胞壁上均观察到了2~3层的细胞壁

结构,且内层壁较外层电子透明度低,因而认为多层细胞壁可能是油细胞普遍存在的结构^[17-19]。MILLINGTON等^[20]与DANIELA等^[21]通过对北美鹅掌楸、*Hypericum perforatum* L. 营养茎端的结构及发育研究后指出在油细胞发育过程中发生溶生现象。但姜花油细胞发育过程中未观察到溶生现象,这可能由于其与周围薄壁组织细胞尺寸差异较小,油细胞仅由1~2个细胞发育而来。但姜花油细胞成熟后,次生细胞壁溶解、消失。这种有别于木兰科、樟科等广泛分布油细胞的独特的结构变化可能与花器官芳香精油积累时间短、释放迅速有关。

姜花的鞘细胞在油细胞发育过程中表现出明显的液泡化,而在油细胞成熟后积累精油的过程中,细胞质粘稠、电子致密度高,细胞器增多,质体、线粒体等数量激增。这说明鞘细胞在姜花油细胞精油积累过程中,细胞生命活动旺盛。姜花香气物质前体的合成部位与运输途径,油细胞周围的鞘细胞其是否参与精油的合成与运输,将继续做进一步研究。

参考文献

- [1] 蔡霞,胡正海. 玉兰油细胞的发育及其与器官结构发育的关系[J]. 应用与环境生物学报,2000(2):146-150.
- [2] METCALF C K, CHALK L. Anatomy of the dicotyledons[M]. Oxford: Clarendon Press, 1957: 1145-1156.
- [3] BAASP, GREGORY M. A survey of oil cells in the dicotyledons with comments on their replacement by and joint occurrence with mucilage cells[J]. Israel Journal of Botany, 1985, 34: 167-186.
- [4] FAHN A. Secretory tissues in plants[M]. San Francisco: Academic Press, 1979: 115-126.
- [5] BOTTEGA S, GARBARI F, PAGNI A M. Secretory structures in *Hypericum elodes* L. (Hypericaceae). I. Preliminary observations[J]. Attidella Societa Toscana di Scienze Naturali Memorie Serie B, 1999, 106: 93-98.
- [6] 范燕萍. 不同种类姜花花瓣挥发性香气成分释放和相关酶活性的研究[C]. 中国园艺学会. 中国园艺学会第十届会员代表大会暨学术讨论会论文集, 2005: 7.
- [7] 张丽霞, 施兆鹏. 茉莉花瓣细胞超微结构研究[J]. 湖南农业大学学报, 1999(2): 22-25.
- [8] 张丽霞, 施兆鹏, 刘德华, 等. 茉莉花瓣解剖结构的研究[J]. 湖南农业大学学报, 1998(5): 33-37.
- [9] 侯佳, 范燕萍. 墨兰花部超微结构与昆虫传粉行为的对应性[J]. 北方园艺, 2016(24): 83-87.
- [10] 范正琪. 芳香型山茶‘克瑞墨大牡丹’花器官挥发油形成和分泌的超微结构研究[C]//中国观赏园艺研究进展. 中国园艺学

会观赏园艺专业委员会,国家花卉工程技术研究中心,2011:4.

[11] DAPHNE I,LYNDA B,CHRISTOPHER B,et al. UV-B is required for normal development of oil glands in *Ocimum basilicum* L. (sweet basil)[J]. Annals of Botany,2002,90:453-460.

[12] 侯佳,范燕萍. 建兰花器官不同部位挥发性香气成分差异性分析[C]//中国观赏园艺研究进展. 中国园艺学会观赏园艺专业委员会,国家花卉工程技术研究中心,2009:5.

[13] 庾晓红,罗毅波,董鸣. 春兰(兰科)传粉生物学研究[J]. 植物分类学,2008,46(2):163-174.

[14] 余兴卫. 杜鹃花属(*Rhododendron* L.)一些植物的形态解剖与园林应用研究[D]. 福州:福建农林大学,2008.

[15] KAYQON,DAOUD H S,STIRTON C H. Pigment distribution,light reflection and cell structure in petals[J]. Botanical Journal of the Linnean Society,1981,83:57-84.

[16] WHITNEY H M,FEDERLE W,GLOVER B J. Grip and slip-mechanical interactions between insects and the epidermis of flowers and flower stalks[J]. Communicative & Integrative Biology,2009,2(6):505-508.

[17] POS T,TUCKERSC. On togen yandultra structure of secretory cell in *Magnolia grandiflora* L. [J]. Bot Gaz,1983,144(4):501-512.

[18] AMELUNXEN F,GRONAU G. Elektronen mikroskopische Untersuchungen und enolzwille n von *Acorus calamus* L. [J]. Z P Pflanzenphysiol,1969,60:156-168.

[19] MARON R,FAHN A. Ultrastructure and development of oil cells in *Laurus nobilis* L. leaves[J]. Bot J Linn Soc,1979,78:31-40.

[20] MILLINGTON W F,GUNCKEL J E. Structure and development of the vegetative shoot tip of *Liriodendron tulipifera* [J]. Amer J Bot,1950,37:326-335.

[21] DANIELA C,ANDREA C A,ANNA M P. Translucent glands and secretory canals in *Hypericum perforatum* L. (Hypericaceae): Morphological, anatomical and histochemical studies during the course of ontogenesis[J]. Annals of Botany,2001,88:637-644.

Developmental Anatomy of *Hedychium coronarium* Koen Oil Cell

HOU Jia¹, LIU Jinquan¹, WANG Zhanyi², FAN Yanping³

(1. Vocational and Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, Inner Mongolia 014109; 2. College of Grassland, Resource and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010020; 3. College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642)

Abstract: The distribution, development and ultrastructural changes of oil cells in *Hedychium coronarium* Koen were studied by means of hand-sliced technique, semi-thin section technique, ultra-thin section technique and transmission electron microscopy and scanning electron microscopy. The results showed that the oil cells in the ginger flower were distributed only with the floral organs, in which the labial and degenerated stamens were the main distribution sites of the oil cells. The development and development of the oil cells of ginger flower were carried out in five stages, namely, the meristematic stage, phase, vacuolization stage, cytoplasmic disintegration stage and mature oil cell stage. Electron microscopy showed that the primary cellulosic wall was formed in the process of oil cell development of ginger flower. The surrounding sheath cells developed with the oil cell. The size, number and electron density of the processes, their vacuoles, cytoplasm, organelles, etc. had changed.

Keywords: ginger flower; oil cell; development; aroma; ultrastructure