

锦橙汁囊的形态发生

关雪莲* 朱 澂 张进仁

(北京大学生命科学学院, 北京 100871) (中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 630712)

摘要 本文以锦橙为材料观察了汁囊的起源和整个发育过程。结果表明锦橙的汁囊起源于心皮内表皮的一个细胞。汁囊的原始细胞经过数次垂周和平周分裂形成由多细胞构成的球状体; 球状体逐渐发育为伸长的柱状结构。在柱状结构的顶端中轴部分分化出一团分生组织细胞。这群分生细胞活跃地分裂和生长, 使柱状结构上端膨大、加粗, 最后发育成一个带有一条细长柄的囊状结构即汁囊。

关键词 汁囊; 形态发生; 锦橙

MORPHOGENESIS OF THE JUICE SAC IN *CITRUS SINENSIS* (L.) OBS. "JINCHENG"

Guan Xuelian Zhu Cheng

(College of Life Sciences, Beijing University, Beijing 100871)

Zhang Jinren

(Citrus Research Institute, CAAS, Chongqing 630712)

Abstract The origin and the whole development stage of the juice sac of *Citrus sinensis* (L.) Obs. "Jincheng" were investigated. Results indicated that the juice sac originates from a single cell of the carpellary endoepidermis. After the anticlinal and periclinal divisions of the initial cell, a multicellular globular-structure is produced. The globular-structure develops into a column-structure with the differentiation of a cluster of meristem cells at its apex. As result of the active divisions and growth of the meristem cells, the column-structure expands and widens. At last the column-structure develops into an expanding sac with a slender stalk that is the juice sac.

Key words Juice sac; Morphogenesis; *Citrus sinensis*; "Jincheng"

从18世纪开始人们就对汁囊的发生、形态结构,特别是对它的形态学本质发生了浓厚的兴趣^[1-5]。Ford^[2]、Schneider^[3]等人的研究,使人们对一些品种汁囊的形态发生过程有了基本的了解。但关于汁囊的起源、汁囊是否有维管组织的分化等问题仍存在争议。我国是世界上的柑桔生产大国,有着悠久的栽培历史,培育出许多优良的柑桔品种,但关于汁囊的形态发生国内尚无人做过详细的观察和研究。

*现工作单位:北京农学院农学系,北京 102206

1995-06-16 收稿; 1996-04-15 修回

1 材料和方法

试验用锦橙[*Citrus sinensis* (L.) Obs. "Jincheng"]的果实采自重庆中国农业科学院柑桔研究所果园。取材时间是1991年4月17日至6月12日和1992年4月3日至7月24日。从果树开花前至果实发育后期,每隔2-5d固定一次材料。材料用3%戊二醛固定3-4h后,用0.1mol/L pH7.2磷酸缓冲液冲洗多次,共1h。系列酒精脱水至无水纯酒精后,换入乙二醇甲基丙烯酸脂(glycol methacrylate,简称GMA)混合液中渗透2-5d,在60℃温箱中聚合17-20h。在Leitz切片机上用玻璃刀切片,厚度为3-4 μ m。PAS-TBO或孚尔根-TBO双重染色^[6]。在Olympus BH-2型显微镜下观察和照相。

2 结果与讨论

2.1 汁囊的起源

观察4月中旬即将开放的锦橙花蕾子房横切面(图版I: 1),可以看到心皮的内表皮由一层排列紧密和整齐的柱状细胞构成。这些表皮细胞的细胞质比较浓厚;细胞核位于细胞中央,在细胞中有明显的一个或两个核仁;在细胞质中有少量的淀粉粒和小液泡。在开花前3-4d可看到个别的表皮细胞变得与周围其它表皮细胞不同,它们的表面有些向心皮腔突出,细胞体积增大,染色质凝聚而进入有丝分裂状态。从这些单个细胞进一步的发育推断它们就是汁囊原始细胞。汁囊原始细胞经过有丝分裂的前期、中期(图版I: 2)、后期和末期(图版I: 3)形成两个并列的子细胞。这两个子细胞再进行垂周或平周分裂形成4个细胞的汁囊原基。汁囊原基细胞经过数次分裂后,形成一个小突起(图版I: 4),同时在汁囊原基下的即原来表皮下层的细胞也发生分裂,其衍生的子细胞与汁囊原基共同形成一个突出于心皮表皮的球状体(图版I: 5)。刚形成的球状体的构成细胞,形态基本上是相似的,逐渐发育后则分化出表皮层一层细胞和包在其内的中心细胞。这个球状体就是处于发育早期的汁囊。

2.2 球状体的伸长及柱状结构的形成

虽然球状体的细胞有表皮层和中心细胞的分化,但其所有构成细胞是一群有很强的细胞分裂潜能的分生组织细胞。这些细胞分裂的结果是使球状体沿着垂直于心皮内表皮的方向逐渐伸长,形成一个细长的柱状结构,并进一步向心皮腔中突入(图版I: 6)。柱状结构仍然保持明显的表皮层细胞的分化,而且在幼嫩的柱状结构顶端包括表皮细胞在内是一群细胞质浓厚、细胞核较大的分生组织细胞。它们构成了柱状结构的生长顶端。在生长顶端以下的基部细胞则明显地液泡化;细胞核被挤到细胞的边缘;细胞质中积累较多的淀粉。这部分基部细胞主要是通过细胞的伸长发育为成熟果实中汁囊的囊柄。

2.3 柱状结构的生长及汁囊基本形态的建成

柱状结构顶端分生细胞不断地分裂使柱状结构在伸长的同时,上半部加粗膨大。随着汁囊进一步的发育,原本位于柱状结构最顶端的部分分生组织细胞逐渐失去分裂潜能转变成薄壁细胞,成为汁囊囊壁细胞的一部分。而位于柱状结构亚顶端中轴部分的细胞仍保持分生细胞状态

(图版 I: 7)。这些分生细胞为多边形;排列紧密;细胞核较大位于细胞的中央;在浓厚的细胞质中央有少量的体积较小的淀粉粒和一些小液泡。这群分生组织细胞与外周的细胞形成明显的区别。在分生组织中心外围有十几层薄壁细胞,这些细胞排列紧凑,细胞液泡化,在细胞质中积累了体积较大的淀粉颗粒。它们可能为分生细胞的分裂活动提供营养。此时由于柱状结构的分生组织生长中心位于上半部,因此柱状结构的基部没有加粗而变成一个细柄,使柱状结构发育成一个带有细长柄的囊状体,这就是汁囊的基本形态。在液泡化的汁囊柄细胞中沉积有淀粉粒和结晶(图版 I: 7)。

2.4 成熟汁囊的结构

汁囊的基本形态建成后,在囊体中央的分生组织细胞经过大约一个月左右的分裂活动后,逐渐停止分裂,最后这群分生组织细胞衍生的细胞转化为适应贮藏功能的薄壁细胞。分化开始的标志就是在细胞中出现较多的液泡,细胞中液泡的数量增加,细胞核移到细胞的边缘,细胞体积增大,最终薄壁细胞中的小液泡结合在一起形成一个中央大液泡。原来围绕分生组织中心的十几层外围细胞则构成汁囊的囊壁。囊壁细胞的壁比囊中央的大型贮藏薄壁细胞的壁要厚。

随着果实的生长、成熟,汁囊的体积也随之增大,但其基本形态保持不变。其体积的增大主要是通过构成细胞的伸长而实现的,而细胞体积的伸长则是由液泡增大所致。

成熟汁囊的囊壁由数层紧密排列在一起的纵向拉长的细胞构成,其细胞壁稍厚;汁囊内部是由许多大薄壁细胞构成的贮藏组织(图版 I: 8)。成熟汁囊中所含的糖、有机酸、色素等营养物质主要贮存在这些大薄壁细胞中。

在观察锦橙幼果时,不仅看到在心皮内表面上长出汁囊,同时还在心皮内表面上看到另一种突起结构。这些突起结构基部的细胞排列比较紧密整齐,而上部的细胞则排列松散,细胞体积较大,在细胞质中有许多淀粉粒。有时在这些突起的周围往往有一些染色很深的分泌物。我们认为这些突起可能是一些败育的汁囊。

我们认为锦橙汁囊不仅仅从表皮发生,表皮下的细胞也有限地参加了汁囊的发生,这一结果与 Ford^[2]对 Eureka 柠檬、Schneider^[3]对伏令夏橙的观察结果是一致的。另外根据我们的观察和前人的研究^[1-3, 7],柑桔汁囊不存在维管组织。但成熟柑桔果实中汁囊却贮存了大量营养物质,这些物质如何被转运并贮存在汁囊内部的薄壁细胞,尚有待于进行有关汁囊超微结构及生理生化方面的研究。

参考文献

- 1 Bartholomew et al. General morphology, history and physiology. In: The Citrus Industry. (Webber H J, Batchelor L D eds). 1948, 1:683-703
- 2 Ford E S. Anatomy and history of the Eureka lemon. Bot Gaz, 1942, 104:288-305
- 3 Schneider H. The anatomy of citrus. In: The Citrus Industry (Reuther W et al. eds). 1968, 2:1-85
- 4 David W B. Deposits of oil in the juice sacs of citrus fruits. Am J Bot, 1932, 19:101-105
- 5 Tisserat B et al. Natural branching in citrus juice vesicle. J Am Soc Hort Sci, 1988, 113:957-960
- 6 徐是雄. 植物材料的薄切片超薄切片技术, 北京:北京大学出版社, 1981
- 7 Chauhan Y S et al. Tracheary elements in vesicles of citrus fruits from northeastern India. Phytomorphology, 1978, 28:96-98

图版说明

1. 子房横切面的一部分, 示心皮内表皮细胞; $\times 800$
2. 处于分裂中期的汁囊原始细胞; $\times 1000$
3. 汁囊原始细胞分裂后形成的两个子细胞; $\times 1000$
4. 汁囊原始细胞多次分裂后形成的汁囊原基突起; $\times 600$
5. 多细胞的球状体; $\times 800$
6. 2个完整的柱状结构纵切; $\times 267$
7. 幼嫩汁囊纵切面; $\times 138$
8. 接近完全成熟的汁囊囊体部分的纵切。 $\times 60$

Explanation of plate

1. Portion of the cross section of the ovary, showing the carpellary endoepidermis cell; $\times 800$
2. The initial cell of juice sac at the metaphase; $\times 1000$
3. Two daughter cells derived from the juice sac initial cell division; $\times 1000$
4. The juice sac primordium formed by the initial cell divisions; $\times 600$
5. The multicellular globular structure; $\times 800$
6. The longitudinal section of two column structure; $\times 267$
7. The longitudinal section of a immature juice sac; $\times 138$
8. The longitudinal section of a almost mature juice sac body. $\times 60$