

南湖菱苗端茎轴质体起源与发育 的超微结构研究

罗玉明¹, 丁小余², 施国新²

(1. 淮阴师范学院生物系, 江苏淮阴 223001; 2. 南京师范大学生命科学学院, 南京 210097)

摘要: 南湖菱苗端茎轴质体的发育经历了变形、内吞、出芽等变化过程。在苗端茎轴的边缘部位以及幼叶中, 前质体将发育成为具发达类囊体片层的叶绿体。而在茎轴的中央部位, 前质体将发生消亡, 自身水解及液泡内吞是原质体消亡的重要原因。南湖菱苗端的自然发育过程为研究南湖菱质体的起源与分化提供了重要素材。

关键词: 南湖菱; 苗端; 质体发育; 超微结构

中图分类号: Q945.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)03-0246-03

Ultrastructural study on the origin and development of the plastids in the shoot axis of *Trapa acornis*

LUO Yu-ming¹, DING Xiao-yu², SHI Guo-xin²

(1. Department of Biology, Huaiyin Teacher's College, Huaiyin 223001, China; 2. College of Life Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: A series of ultrastructural changes of plastids such as deformation, invagination, gemma-like extension have taken place in the development process of the shoot axis of *Trapa acornis*. The proplastids will develop into chloroplasts which possess developed thylakoid at both the young leaf and the edge of shoot axis. However, the proplastids in the center part of the shoot axis will die out because of self-hydrolysis and being swallowed by vacuoles. The important process including the originating and differentiating of the plastids has been revealed in the growth period of the shoot axis of *Trapa acornis*.

Key words: *Trapa acornis*; shoot axis; development of plastid; ultrastructure

南湖菱(*Trapa acornis* Nakai)常常分布于我国南方各省的池塘湖泊中,具有较高的经济价值,并在维持水体生态平衡过程中发挥重大作用。国内外学者曾对菱属的形态结构、幼苗的发育及结构、胚胎发育、孢粉及生物化学等方面进行了系列研究,

总结出了菱属植物各部器官发育的规律,并探讨了该属植物的系统演化地位^[1~5]。然而,对于南湖菱质体发育过程的超微结构特征,前人的研究中却未见报道。南湖菱苗端的自然发育过程为研究南湖菱质体的起源与分化提供了一个优良素材。本文以南湖

收稿日期: 2001-05-28

作者简介: 罗玉明(1963-),男,江苏涟水人,副教授,主要从事结构植物学研究。

菱的苗端为研究对象,研究了由原质体发育成质体的超微结构变化过程及其意义。

1 材料和方法

1.1 实验材料

试验用南湖菱果实购自浙江嘉兴,菱种秋季购回,埋于淮阴师范学院及南京师范大学室外培养池中越冬。在1998~2000年4~6月间,每隔一周对南湖菱营养芽进行采样。采样后去除芽的外层幼叶,仅留少量内层幼叶、生长锥及芽轴,采样时间为上午9:00~11:30。

1.2 实验方法

电镜观察材料用4%的戊二醛及1%的锇酸溶液双重固定,各级丙酮脱水,Epon812包埋。LKB超薄切片机切片,醋酸双氧铀和柠檬酸铅双重染色,Hitachi-600透射电镜下观察。

2 观察结果

南湖菱苗端茎轴薄壁细胞的分化开始于生长锥顶端下方约230 μm 处。在分化初期,细胞呈现为显著的初生分生组织特征:细胞体积较小,细胞核的相对体积较大,核仁显著,液泡数量较多但所占体积较小;细胞具有丰富的细胞质,线粒体、内质网等细胞器非常丰富。此时,细胞中质体的发育尚处于前质体阶段,由双层膜包被,具少量的片层结构(图1、2)。

在茎轴薄壁细胞的分化过程中,薄壁细胞的超微结构随之发生了一系列变化。在生长锥顶端下方约270 μm 处,细胞体积进一步增大,小液泡逐渐合并成大液泡,前质体中的片层结构略有增多,嗜银颗粒逐渐增多,经常弯曲变形,并内吞细胞质中的基质和小泡,使其体积急剧增加。电镜下所观察到的前质体内吞细胞质的情况,可随切片角度的不同而发生变化(图3、4)。南湖菱茎轴薄壁细胞有边缘和中央之分,不同部位薄壁细胞中的前质体片层的发育程度和结构有显著差异。在茎轴的中央部位,细胞因不担负光合功能将发育成非同化组织;靠近茎表皮处的薄壁细胞将发育成具有一定光合功能的同化组织,前质体的片层将进一步发育成熟,南湖菱的沉水茎也因此具备一定的光合功能。在南湖菱茎轴薄壁细胞中,经常能观察到前质体的出芽生

长。当前质体体积增大到一定程度时,其局部可向外凸出并延伸成为芽体。当芽体发育到一定的阶段时,它们可通过缢缩脱离母体并游离于细胞质中(图5)。

随着茎轴薄壁细胞分化程度的进一步加深,薄壁细胞的体积将进一步扩大,细胞核将逐渐被挤向细胞的边缘。这时,由于茎轴中央部位的薄壁细胞将发育成为非同化组织,原质体不发育成叶绿体,因此前质体常常会陷入液泡,参与液泡内囊泡的形成(图6)。

在幼叶及茎轴边缘部分的细胞中,已经发育出类囊体片层的原质体将进一步发育成叶绿体。在原质体发育过程中,其体积将不断增大,类囊体片层进一步增多,嗜银颗粒进一步增加,同时伴随着大量的出芽现象,其情形如图5所示。在较成熟的幼叶中,叶绿体发育渐趋成熟,片层间开始积累淀粉粒及多糖颗粒。在自身的分化过程中,叶绿体会因被巨大的淀粉粒充满而变成造粉体,起贮藏作用。

3 讨 论

自从质体DNA被发现以来,质体起源与发育的细胞学特性已被前人大量的工作所揭示证实。原质体中存在纤丝状的DNA物质,能够进行复制,因此它们具有发育成各类质体的潜能,能不断进行旺盛的分裂活动。质体只能来自预先知道的质体,同时质体可以从一种类型转变为另一种类型^[6]。细胞分化过程中的质体如何发育和分化一直是植物细胞学中的一个重要问题。在南湖菱茎轴薄壁细胞的分化过程中,前质体的形态结构变化极为显著。朱自清等在研究烟草离体叶肉细胞中的原质体发生时曾观察到前质体在增殖过程中经历了变形、内吞、出芽等过程^[7]。欧阳学智等在研究甜菊愈伤组织叶绿体的超微结构变化时以及Pyke等在研究阿布属花瓣质体个体发育时也都观察到类似烟草前质体的发育过程^[6,8]。作者在研究南湖菱茎轴薄壁细胞的分化过程中,同样观察到前质体发生了类似的变化,并认为前质体的变形、内吞、出芽等过程可能是高等植物叶绿体发育所经历的正常的变化过程。前质体的变形、内吞与前质体的体积增大及发育密切相关,而出芽则与前质体的增殖有关。然而,在南湖菱茎轴中,薄壁细胞的边缘部分和中央部分的前质

体的发育状况是不一样的。在茎轴的边缘部位,前质体将向具有发达类囊体片层的叶绿体方向发育。而在茎轴的中央部位,前质体及其出芽所形成的芽体中将不形成类囊体片层,前质体朝着退化的方向发展,并参与了液泡内囊泡的形成。南湖菱茎轴中前质体的这种发育与茎轴本身具有一定的光合能力相吻合。

关于非同化组织中原质体的消亡过程,前人对此曾作过探讨。Wittenbach 等认为前质体在解体时先被吞入液泡中,然后在液泡中被分解^[9]。而 Wardley 等认为前质体有自身的水解系统,与液泡吞噬无关^[10]。欧阳学智等通过研究认为甜叶菊的叶绿体主要通过自身水解实现^[8]。作者通过研究南湖菱茎轴非同化组织细胞中原质体的退化过程,发现前质体可以被液泡吞入,参与液泡内囊泡的形成,是南湖菱茎轴原质体消亡的重要方式。另外,作者还发现前质体具有强烈的内吞功能,故不排除原质体可通过内吞胞质中的酶物质来实现自身水解的可能性。因此,作者赞同 Wittenbach, Wardley 以及欧阳学智等人的观点,认为液泡内吞以及自身水解可能同时参与了南湖菱茎轴细胞中原质体的消亡过程。

参考文献:

- [1] 傅家瑞. 广州菱的研究和栽培概况[J]. 植物学报, 1954, 3(1): 56—81.
- [2] 严素珍, 徐祥生, 常福辰, 等. 南湖菱的生长及其形

态结构[J]. 植物学报, 1994, 36(增刊): 67—72.

- [3] 严素珍, 徐祥生. 南湖菱根系的研究[J]. 西北植物学报, 1992, 12: 218—223.
- [4] 宋秀珍, 胡家棋. 关于南湖菱的生物学特性和栽培技术的初步探讨[J]. 浙江农业科学, 1981, 6: 302—304.
- [5] Ram M. Floral morphology and embryology of *Trapa bipinosa* Roxb. with a discussion of the systematic position of the genus[J]. *Phytomorphology*, 1956, 6: 312—323.
- [6] Pyke K A, Page A M. Plastid ontogeny during petal development in *Arabidopsis*[J]. *Plant Physiol*, 1998, 116: 797—803.
- [7] 朱自清, 孙敬三, 李守全, 等. 烟草离体叶肉细胞中原质体的发生[J]. 植物学报, 1982, 24: 199—203.
- [8] 欧阳学智, 洪维廉, 陈睦传. 甜菊叶愈伤组织诱导过程中叶绿体的超微结构变化[J]. 武汉植物学研究, 1993, 11: 61—66.
- [9] Wittenbach V A, Lin Willy, Hebert R R, et al. Vacuolar localization of proteases and degradation of chloroplasts in mesophyll protoplasts from senescing primary wheat leaves[J]. *Plant Physiol*, 1982, 69: 98—102.
- [10] Wardley T M, Bhalla P L, Dalling M J, et al. Changes in the number and composition of chloroplast during senescence of mesophyll cells of attached and detached primary leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. *Plant Physiol*, 1984, 75: 421—424.

图版说明

Pr-原质体; N-细胞核; Nu-核仁; Va-液泡。

图 1: 南湖菱苗端茎轴细胞的分化初期, 示原质体、细胞核、核仁; 图 2: 示南湖菱苗端茎轴薄壁细胞中的原质体(箭头); 图 3: 示原质体的变形(箭头所示); 图 4: 示原质体的变形、内吞和出芽(箭头所示); 图 5: 示原质体芽体发育到一定的阶段即将分开(箭头所示); 图 6: 示原质体已陷入液泡中, 即将消亡(箭头所示)。

Explanation of Plate

Pr-proplastid; N-nucleus; Nu-nucleolus; Va-vacuole.

Fig. 1. The early stage of the cell differentiation in the shoot apex axis of *Trapa acornis*, showing proplastids, nucleus and nucleolus; Fig. 2. Showing the proplastids in the cell of the shoot apex axis of *Trapa acornis*(arrow); Fig. 3. Showing the deformation of proplastid(arrow); Fig. 4. Showing the deformation, invagination and gemma-like extension of the proplastid(arrow); Fig. 5. Showing the gemma of the proplastid which will separate(arrow); Fig. 6. Showing that the proplastid was swallowed by vacuole and would die out(arrow).