

棉阿舒囊霉培养过程中菌体超微形态的变化

焦瑞身 吴经纶

(中国科学院植物生理研究所微生物室, 上海)

用电镜研究了棉阿舒囊霉在核黄素发酵过程中超显微结构的变化。观察中可见线粒体、内质网、高尔基体、细胞核和液泡等亚细胞结构。

对数生长早期的菌体中含有丰富的、发育良好的典型线粒体结构, 之后就迅速减少。在数量下降同时, 线粒体结构变得模糊不清而失去其完整性。这些变化与本实验室早期报道的生化研究结果完全一致。

对数生长期菌体内尚含有发育良好的内质网和高尔基体。这些细胞器也随着菌体的分化而迅速消失。菌体发育后期, 则见到细胞核的分裂和配子的形成时期细胞核的结构。

棉阿舒囊霉 (*Ashbya gossypii*) 的形态研究表明, 菌体在分化过程中由细长的菌丝转变为膨大菌体和配子囊, 同时核黄素产量迅速上升^[1]。此外, 在核黄菌的呼吸研究中曾指出, 菌体在分化过程中呼吸途径从完整的细胞色素系统转变为不受典型呼吸抑制剂所抑制, 对氧亲和力较低的黄酶性质的呼吸系统^[2]。以上结果说明棉阿舒囊霉在分化过程中菌体的形态和呼吸酶系都发生很大的变化。本文进一步用电子显微镜观察棉阿舒囊霉培养过程中的超显微形态变化, 并对线粒体的亚显微结构变化与呼吸作用的相关性加以分析和讨论。

材料与方 法

菌种和种子培养基见前报^[1], 发酵培养基中碳源改为 2% 葡萄糖。培养条件是 28°C, 在往复摇床振荡培养, 在不同时间取样。菌种的固定、包埋与电镜观察见焦瑞身等^[4]。

结果与讨论

观察结果: 培养 12 小时的幼龄菌体中

含有较多的线粒体, 且平均分布于细胞质中。线粒体的一般形态为不规则状, 长度约为 0.3—0.6 微米, 显示双膜结构, 内膜向里折叠成嵴。从线粒体的内部结构来看, 嵴的数量较少, 且方向不一 (见图版 I-1)。培养 24 小时后, 菌体内线粒体逐渐减少, 膜结构变得模糊不清, 有的线粒体嵴消失, 电子密度增加 (见图版 I-2)。对数生长期以后则失去典型的线粒体结构。

我们在棉阿舒囊霉的呼吸研究中曾指出: 细胞色素 C 最先从呼吸链中脱落, 然后细胞色素氧化酶亦相继脱落。离体线粒体酶活力的比较看到琥珀酸脱氢酶和 NADH 黄递酶在菌体分化过程中没有变化, 而琥珀酸细胞色素还原酶和 NADH 细胞色素 C 还原酶的比活力下降一半, 细胞色素 C 氧化酶活力则基本消失^[2]。Green 曾将牛心肌线粒体呼吸链折离成四个复合物, 在一定条件下可按比例进行重组^[5]。近年来证明呼吸链的各组份在线粒体内膜上的分布

本文于 1979 年 7 月 1 日收到。

本文工作承沈永强同志提出宝贵意见; 电镜观察承生理所电镜室协助进行, 特此致谢。

是不对称的^[6]。如果棉阿舒囊霉分化过程中线粒体结构和呼吸酶系的变化按上述观点加以分析, 不难看出细胞色素 C 是一个可溶性蛋白质, 不在这四个复合物中, 因此最容易从内膜上脱落。细胞色素 C 氧化酶活力迅速下降是复合物 IV 的脱落所致。其次, 琥珀酸细胞色素 C 还原酶和 NADH 细胞色素 C 还原酶活力下降一半实际上是复合物 III 的解体而引起的。由于细胞色素 C、复合物 IV 和复合物 III 的不同程度

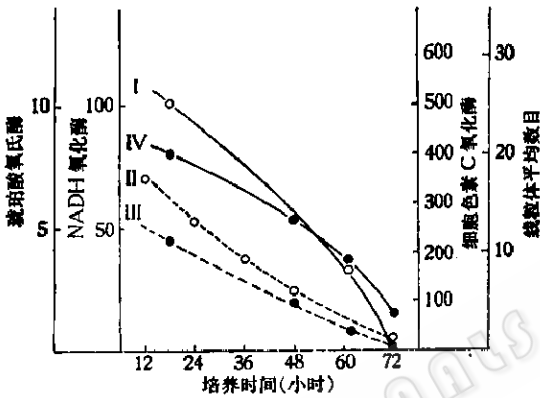


图1 棉阿舒囊霉不同菌龄超薄切片中线粒体数目与呼吸酶系比活力的相关性

I: 线粒体 II: 细胞色素C氧化酶
III: NADH氧化酶 IV: 琥珀酸氧化酶

脱落, 因此从电镜中观察到线粒体膜结构模糊不清, 并且线粒体数量也相应减少是可以理解的。从不同菌龄菌体横截面中线粒体平均数量的变化和呼吸酶系活力的比较也显示出一定的平行关系(见图1)。

在电镜观察中, 我们还见到内质网、高尔基体、细胞核和液泡等亚显微结构。内质网和高尔基膜的一般形态为多层膜系统, 并显示单位膜结构。每一个单位膜的厚度约为 15 毫微米, 由两层电子致密层夹

着一层不着色层所组成。当菌体呼吸作用最强时, 它们发育得特别完整(见图版 I-1、3)。说明这些完整的膜层系统为菌体中蛋白质的合成和转运提供了必要的场所。

此外, 棉阿舒囊霉在分化过程中, 菌体的直径不断增大, 典型的膜质结构消失, 代之以大量的液泡, 几乎占据了整个菌体(见图版 I-4) 或伴随着配子囊的出现(见图版 I-5)。有时亦显示出很大的细胞核及其分裂过程, 核质显示了电子密度不等的区域。分裂中的细胞核则显示了均匀的电子密度, 但是在核质中出现许多小颗粒, 可能代表了核仁结构(见图版 I-6)。棉阿舒囊霉的形态研究早已指出在菌龄较老的菌体中产生大量的液泡, 膨大的菌体又伴随着配子囊的出现, 这些变化与电镜观察的结果是完全一致的。

概括上述电镜观察结果可以看出; 棉阿舒囊霉在分化过程中引起一系列超微结构的变化, 线粒体结构和数量的变化与呼吸研究一致的结果进一步说明它与菌体的呼吸作用是密切相关的。

参 考 文 献

- [1] 关颖谦等: 实验生物学报, 7(1-2): 170-175, 1960 年。
- [2] 焦瑞身等: 实验生物学报, 9 (3): 270-280, 1964 年。
- [3] 焦瑞身等: 实验生物学报, 7(1-2): 161-169, 1960 年。
- [4] 焦瑞身等: 科学通报, 17 (8): 371, 1966 年。
- [5] Green, D. E. et al: *Biochim. Biophys. Acta.*, 70: 554, 1963.
- [6] 杨福愉: 生物化学与生物物理进展, 1978 年第 1 期, 第 18 页。

THE ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTICS OF *ASHBYA GOSSYPII* DURING RIBOFLAVIN FERMENTATION

Jiao Rui-shen Wu Jing-lun

(Department of Microbiology, Institute of Plant Physiology, Academia Sinica, Shanghai)

The variation of ultrastructures of *A. gossypii* during riboflavin fermentation were studied by the electron microscope. Several ultrastructures including mitochondria, endoplasmic, reticulum, Golgi bodies, nuclei, and vacuole were observed.

Typical mitochondria with well-developed cristae were most abundant in the mycelia of the early log-phase of growth, and declined rapidly there after. With the decrease in the number of mitochondria, the integrity of the organelle

was greatly reduced as evidenced by the blurred demarcation. The variations in number and ultrastructural features are in agreement with the biochemical studies reported early from this laboratory.

The mycelia in log-phase contain well-developed endoplasmic reticulum and Golgi bodies. These organelles also degraded rapidly during the differentiation of the mycelia. The nuclear division and nuclear structure during the formation of gametes were observed at the later stages of development of the fungus.