

(3) 206-209

红毛菜壳孢子的超微结构

纪焕红 马家海
(上海水产大学渔业学院,200090)

5968-439
Q949.292

提 要 采集江苏南通海区栽培的红毛菜壳孢子,先在2.5%的戊二醛海水溶液中固定,然后用电子显微镜观察红毛菜壳孢子的超微结构。壳孢子内的主要细胞器为色素体、细胞核和线粒体。色素体轴生、星状,占据细胞质内的大部分空间,其内有一蛋白核,位于中央,但被少数类囊体片层穿过;类囊体排列整齐,表面有藻胆体颗粒。细胞核位于细胞的一侧,为不规则的圆球形,外被有核孔的双层核膜,核仁较大,球状,内部可见有几处电子密度较低的圆形结构——纤维中心。细胞质内可见到液泡、游离的红藻淀粉颗粒等超微结构。

关键词 红毛菜 壳孢子 超微结构

Ultrastructure of Conchospores of *Bangia* sp. (Rhodophycophyta)

Ji Huan-hong MA Jia-hai

(Fisheries College of Shanghai Fisheries University,200090)

Abstract The conchospores of *Bangia* sp. (Rhodophycophyta) cultured in sea area of Nantong, Jiangsu Province were collected. The conchospores were first fixed with 2.5% glutaraldehyde in sea water solution and then observed under electron microscope. The ultrastructure of the conchospore of *Bangia* sp. is described in this paper. Chloroplast, nucleus and mitochondria are the main organelles in the conchospore. Chloroplast, centrally located and stellate, occupies the most room of the cytoplasm. An unenveloped pyrenoid traversed by some pieces of thylakoids is in the chloroplast. The thylakoids are ranged regularly, on which there are some phycobilisomes. Nucleus, which sites one side of the cell, is irregularly orbicular. The nucleus membrane, having nucleus pores, is double-layered. The nucleolus is spheriform and larger in shape, in which there are a few of low electron-density round structures —— fibrillar centers (FC). Other ultrastructures such as vacuoles, free floridean starches are found in the cytoplasm of the conchospore.

Key words *Bangia* sp. Conchospore Ultrastructure

红毛菜(*Bangia* sp.)俗称红棉藻、牛毛藻、牛毛海苔。隶属红藻门(Rhodophyco-

• 本研究为江苏省水产局“苏渔科 Y98-04”项目的部分成果。

phyta),原红藻纲(Bangioideae),红毛菜科(Bangiaceae)。红毛菜中的蛋白质含量高达46%,EPA 不饱和脂肪酸含量为437 mg/100 g^[1],其营养价值之高令人瞩目。近年来,我国沿海一带正蓬勃兴起红毛菜栽培,生产的发展迫切需要科学技术的指导。关于红毛菜生物学的研究,国内最近有孙爱淑、曾呈奎的《中国红毛菜繁殖方式和染色体的研究》^[2],此外,多见于国外文献^[3,9,11]。红毛菜壳孢子的形成和生长发育是其生活史中两个不同阶段——丝状体到叶状体的重要环节。本文从细胞学角度观察和研究红毛菜壳孢子的超微结构,在国内外尚属首次报道。

材料与方 法

1. 材料 红毛菜壳孢子于1999年10月间采自江苏南通海区栽培的藻株。

2. 方法 贝壳大量放散壳孢子时,离心收集,并置于2.5%的戊二醛海水溶液(消毒海水与5%戊二醛缓冲液等量相混)中固定。然后离心,用磷酸缓冲液(pH 7.4)除去戊二醛液,再离心除去磷酸缓冲液,加入1%锇酸再次固定。吸出固定液后用磷酸缓冲液漂洗,并用2%琼脂凝聚。按常规电镜操作技术制成包埋块,切片、染色,再进行电镜观察。

结果与讨论

红毛菜壳孢子的外形为球形,直径12 μm,最大的可达15 μm,最小的也有10 μm(图1)。壳孢子内的主要细胞器有:色素体、细胞核和线粒体;在细胞质中有红藻淀粉、液泡、脂质体等内容物。

色素体(Chloroplast) 色素体是藻类细胞光合作用的器官。红毛菜壳孢子中的色素体为星状、轴生,位于细胞中央,占据大部分空间(图2)。由于切片位置不同,观察到的色素体有的被分成几个独立的实体(图3)。色素体外被界膜(Chloroplast envelope

),以此与细胞基质分开。Lee and Fultz(1970)认为*Porphyra leusosticta*的类囊体上未见有藻胆体^[10]。本文观察到膜内类囊体(Thylakoids)片层结构排列有序,上附有藻胆体(Phycobilisomes)(图7),这与坛紫菜壳孢子结构的观察一致^[4]。其内含有藻类所特有的光合色素——藻胆素,藻胆素和大分子的蛋白质一起构成了藻胆体。色素体的中央为一大的蛋白核(Pyrenoid),与类囊体基质完全接触,但有几条类囊体片层深入其中(图2)。有关蛋白核的形状以及类囊体片层插入的多少,随不同种类及同一种类的不同阶段而有所不同。坛紫菜原生质体超微结构内类囊体片层为多条平行深入其中^[6],而Lee and Fultz研究的*Porphyra leusosticta*丝状体的蛋白核为一弧形结构穿入其中^[10]。有关类囊体片层的作用,相关文献未见报道,还有待于进一步研究。质体小球(Plastoglobuli)是存在于质体中的电子密度较高的物质^[4],本次在红毛菜壳孢子超微结构中未观察到。

细胞核(Nucleus) 从切面上来看,细胞核为不规则的球形或椭圆形,直径为4.5~5.5 μm。一般靠近一侧,介于色素体和细胞膜之间(图3)。双层核膜、核孔(图4、5)均清晰可见。核仁为一实体,没有被膜包裹,从电镜切片上可清楚地看到核仁的结构组分:低电子密度部位的圆形结构和高电子密度部位。低电子密度部位被间隔开来,切面上最多可以看到6个这样的圆形结构(图5),直径大约为0.25~0.3 μm。据细胞生物学有关资料^[7],这是纤维中心(Fibrillar centers,FC),其中存在具有rRNA基因性质的DNA;高电子密度部位为致密纤维组分(Dense fibrillar component,DFC),此两种结构的特征及功能在相关的藻类文献中未见报导,其具体功能还需进一步研究。另外,在本次观察的切片中,没有发现内质网(Endoplasmic reticulum)结构。

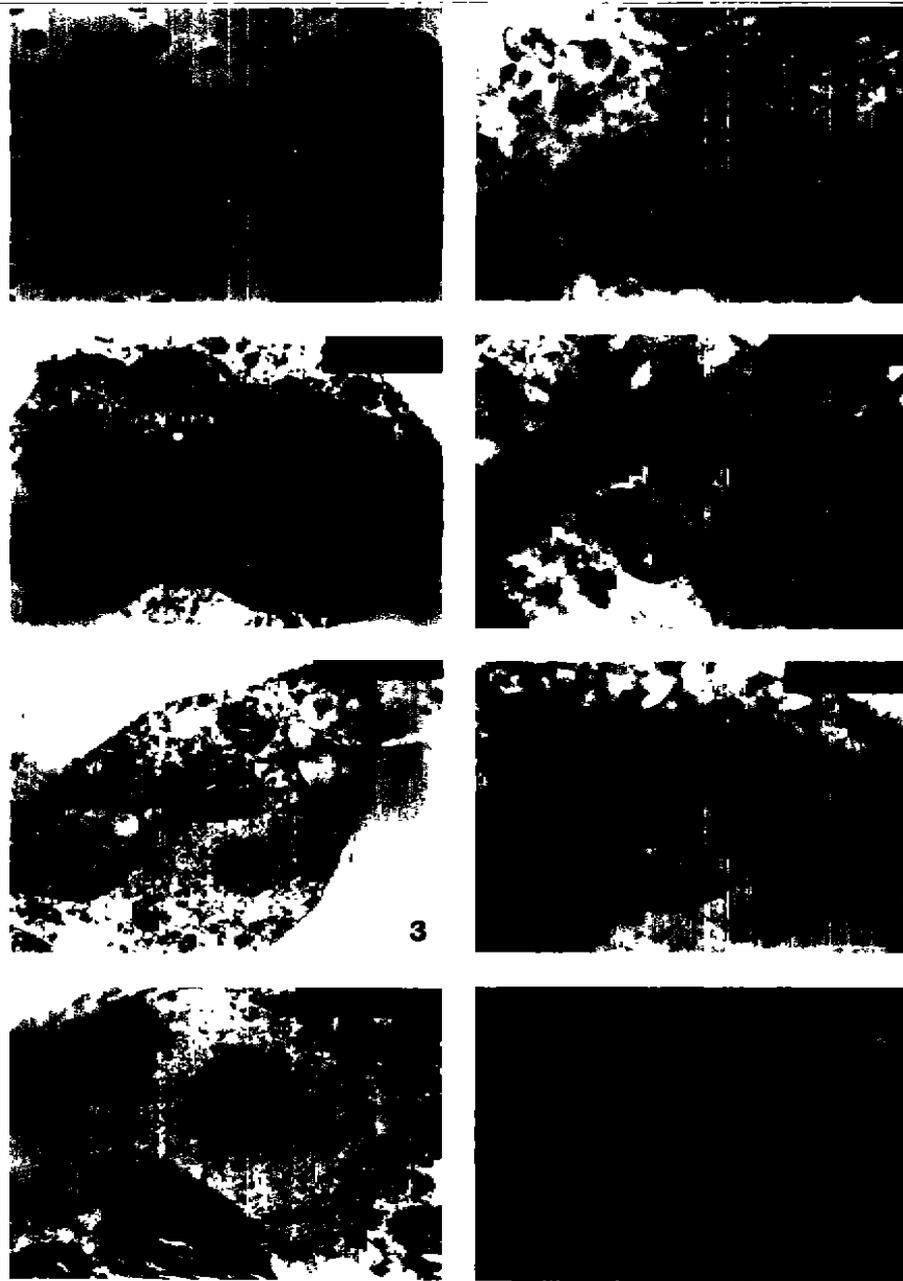


图 C:Chloroplast 色素体 Pm:Plasmic membrane 质膜 N:Nucleus 细胞核
 L:Lipid body 质脂体 P:Pyrenoid 蛋白核 V:Vacuole 液泡 Mi:Mitochondria 线粒体
 Fs:Floridean starch 红藻淀粉 Fv:Fibrous vesicle 纤维囊泡
 1. 光学显微镜下拍摄到的红毛菜壳孢子,示星状色素体(C)。×50
 2. 电子显微镜下示红毛菜壳孢子,可见有一体积庞大的色素体(C),蛋白核(P),线粒体(Mi),纤维囊泡(Fv)等。×4800
 3. 图示壳孢子的不规则的球形细胞核(N),核仁(Nu),液泡(V),色素体(C),示质膜(Pm)(箭头)等。5800
 4. 图3的放大图象,细胞核(N),双层核膜(Nm),核孔(Np),液泡(V),质脂体(L)等。×14000
 5. 图示细胞核(N),核仁(Nu),纤维中心(FC),红藻淀粉(Fs)等。×10000
 6. 电镜观察到的壳孢子内的线粒体(Mi),其内暗清晰可见(箭头)。×19000
 7. 图示类囊体(Thy),藻胆体(Ps),红藻淀粉(Fs)等。×10000
 8. 图示双层核膜(Nm)。×19000

线粒体 (Mitochondria) 线粒体是真核细胞内的一种重要而独特的细胞器,是细胞内的“动力站”。通过氧化磷酸化作用,形成 ATP,为细胞的生理活动直接提供能量。壳孢子的线粒体因切面方向不同,形状也不尽相同,有长囊体、有球体,一般长约为 $3.75\ \mu\text{m}$ 、直径约为 $1.25\ \mu\text{m}$ 。切面上突起不平,可明显观察到嵴 (Cristae) 的存在,嵴上含有一些黑色小体 (图 2),这与 Lee and Fultz^[10]所观察到的线粒体结构是一致的。线粒体的横切面可清楚地看到向内突起的嵴 (图 6)。细胞内线粒体数量不等,常位于细胞的周围。

细胞质内容物 (Cytoplasmic inclusions)

1. **红藻淀粉 (Floridean starch)** 在电镜下可见电子密度比较低的游离于细胞质中的椭圆形个体,一般位于色素体边缘,大小不等,长约 $0.5\sim 0.9\ \mu\text{m}$,宽约 $0.15\sim 0.3\ \mu\text{m}$ (图 2、5)。这是红毛菜光合作用的产物,为壳孢子的生理活动提供能量。其数量随发育阶段和生理条件之不同而有所差别。在丝状体阶段,随着日趋成熟,即从丝状藻丝到壳孢子囊枝及至壳孢子形成,红藻淀粉的数量逐渐增加。壳孢子释放要消耗大量能量,红藻淀粉数量有所减少。当壳孢子生出新的细胞壁以后,随着光合作用的增强,红藻淀粉数量又会增加。

2. **液泡 (Vacuole)** 一般为球体,外被一层单位膜。液泡的大小与数量不一,体积较大的直径约为 $1.38\ \mu\text{m}$,较小的直径为 $0.5\ \mu\text{m}$ 。一般位于色素体腕状突起 (图 3) 处,其作用是调节渗透压和贮存营养物质。切片上还可见到无膜的类似液泡的结构 (图 2),这是 Hawkes 所提到的大纤维泡 (Large fibrous vesicle) 和小纤维泡 (Small fibrous vesicle) ^[11]。

3. **脂质体 (Lipid body)** 数量较少,游离于细胞质中 (图 3、4),在电镜下显示为电子密度较高的小球体。

以上是红毛菜壳孢子超微结构的描述,这一观察为藻类的细胞学积累了基础资料。通过对壳孢子内部结构的深入了解,有助于系统分类和今后的资源开发利用。如坛紫菜和红毛菜同属红毛菜科,二者形态差异很大,前者为薄膜状叶状体,后者为直立丝状体。但从壳孢子的超微结构来看^[4],两者十分相似,据此说明这两个属之间有同源性,进一步证实了红毛菜和紫菜在分类学上的近缘关系。

参考文献

1. 黄文凤,黄建明,董飞强等. 红毛菜的营养成分和价值分析. 海洋水产研究,1998,19(2):57~60.
2. 孙爱淑,曾呈奎. 中国红毛菜繁殖方式和染色体的研究. 海洋与湖沼,1998,29(3):269~272.
3. 马家海,蔡守清. 条斑紫菜的栽培与加工. 北京:科学出版社,1996.
4. 朱家彦,马家海,蒋虎祥. 坛紫菜壳孢子超微结构的研究. 水产学报,1980,4(2):135~140.
5. 朱家彦,马家海,蒋虎祥. 坛紫菜自由丝状体细胞质膜的超微结构观察. 水产学报,1982,6(4):385~387.
6. 王素娟,徐志东,刘凤贤等. 中国经济海藻超微结构研究. 杭州:浙江科学技术出版社,1990.
7. 翟中和主编. 细胞生物学. 北京:高等教育出版社,1995.
8. Cole, K. & Conway, E. . Phenetic implications of structural features of the Perennating phase in the life-history of *Porphyra* and *Bangia* (Bangiophyceae, Rhodophycophyta). Phycologia, 1975, 14: 239~245.
9. Conway, E. and Cole, K. . Studies in the Bangiaceae, structure and reproduction of the Conchocelis of *Porphyra* and *Bangia* in Culture (Bangiales, Rhodophyceae). Phycologia 1977, 16(2):205~216.
10. Lee and Fultz. Ultrastructure of the conchocelis stage of the marine red alga *Porphyra leucosticta*. J. Phycol. 1970, 6: 22~28.
11. Hawkes, M. W. . Sexual reproduction in *Porphyra gardneri* (Smith et Hollenberg) Hawkes (Bangiales, Rhodophycophyta). Phycologia, 1978, 17(3): 329~353.

发稿编辑 朱大白

校对 朱选才