

文章编号 : 1004 - 7271(2006)04 - 0493 - 04
· 研究简报 ·

缘管浒苔的单性生殖

丁怀宇^{1, 2}, 马家海¹, 王晓坤¹, 梁泽锋¹, 陈灿坤³

- (1. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090 ;
2. 淮阴师范学院生物系, 江苏 淮安 223001 ;
3. 福建省海兴保健食品有限公司, 福建 福州 350300)

摘 要 : 发现缘管浒苔生活史中, 配子体进行单性生殖有两种方式 : 一种是配子体放散的配子不经结合, 固着后直接发育成新个体, 完成单性生殖 ; 另一种是配子体配子囊中最后一个或几个配子不放散直接在原藻体上发育成新个体。放散出去的配子进行单性生殖时, 第一次分裂分别产生顶端细胞和基部细胞, 其发育呈顶基极性。两个细胞分别成为叶片和假根的祖细胞。未放散的配子在原藻体上进行单性生殖发育成叶状体, 形成的新个体可聚生成簇。后一种单性生殖发育方式为首次报道。

关键词 : 缘管浒苔 ; 单性生殖 ; 配子体 ; 配子囊 ; 配子

中图分类号 : Q 949. 21 S 968. 41+3 文献标识码 : A

Apomixis in *Enteromorpha linza*

DING Huai-yu^{1, 2}, MA JIA-hai¹, WANG Xiao-kun¹, LIANG Ze-feng¹, CHEN Can-kun³

- (1. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China ;
2. Department of Biology, Huaiyin Teachers College, Jiangsu Province, Huai'an 223001, China ;
3. Fujian Haixin Healthcare Food Co., Ltd, Fujian Province, Fuzhou 350300, China)

Abstract : This paper presents the results of apomixis research in *Enteromorpha linza*. During the life history of *Enteromorpha linza*, gametophytes can give birth to next generation by apomixis. The apomixes of *Enteromorpha linza* have two approaches. One is the gamete diffused from gametangia of gametophytes that succeeds in developing into new thallus, the other is the undiffused gamete that develops into new thallus directly. After the diffused gamete settled, it begins the first division and divides into two cells, one is apical cell and the other is basal cell. With the development of germling, it appears apical-basal polarity. The apical cell and basal cell act as the ancestor cells of frond and rhizoid. In another approach, the undiffused gamete can directly develop into germling. Many germlings can get together and settle in the former frond which has died. The apomixes approach of undiffused gamete is the first report.

Key words : *Enteromorpha linza* ; apomixis ; gametophyte ; gametangium ; gamete

缘管浒苔 (*Enteromorpha linza*) 是重要的经济海藻, 属于绿藻门, 绿藻纲, 石莼目, 浒苔属。缘管浒苔

收稿日期 : 2005-11-25

基金项目 : 上海市重点学科建设项目 (Y1101)

作者简介 : 丁怀宇 (1966 -) 男, 江苏淮安人, 博士研究生, 专业方向为海洋藻类种苗工程及增养殖。E-mail: huaiyu-ding@163.com

通讯作者 : 马家海, E-mail: mjh25@sh163.net

历来是沿海人民采捞食用的海藻,可鲜食或晒干贮存食用,也可做菜、煮汤、做菜馅及春饼的调味佳品等,干品外销日本及东南亚等国^[1]。浒苔营养价值较高^[2],且低钠,高铁、高钙,维生素 A 的含量也很高,维生素 B 的含量远高于含量最高的蔬菜,是具有较高商品价值的绿色健康食品。

对浒苔属(*Enteromorpha*)生活史的研究,国外报导了四种:缘管浒苔(*Enteromorpha linza* (L.) J. Ag.)、扁浒苔(*Enteromorpha compressa* (L.) Grev.)^[3]、肠浒苔(*Enteromorpha interstitialis*)和浒苔(*Enteromorpha prolifera* (Müll.) J. Ag.)^[4]。国内对浒苔属植物的生活史研究很少开展,仅有李伟新等^[1]进行了介绍。本文对缘管浒苔单性生殖进行了研究,旨在为育苗技术开发提供理论支撑。并首次报道了未放散配子在原藻体上直接发育成新藻体的现象。

1 材料与方法

1.1 材料来源

实验用缘管浒苔藻体于 4 月份采自福建省中部海区。从海上坛紫菜养殖筏架上,挑选个体较大的、未梢为黄白色的成熟藻体。用过滤海水清洗,去除泥沙等杂物,阴干(含水量为 40%)后放在装有冰块的保温箱内,低温下保存带回实验室。进行试验时,将其在 15 °C 下充气,复苏 3~4 d。取市售的商品洗洁精用盐度为 25.5 的消毒海水配制成 2% 清洗液,将缘管浒苔藻体放入清洗液中,用灭菌过的毛笔反复洗刷多次,然后用消毒海水漂洗干净。将洗净的藻体放入 1% KI-I₂ 溶液(2 g KI 和 1 g I₂ 溶于 300 mL 蒸馏水)洗涤 5 min,再用过滤消毒海水漂洗 2~3 次,以去除原生动植物和附生物,最后转移于 100 mL 添加了 N 和 P (硝酸钠:磷酸甘油酸钠 = 10:3)的盐度为 25.5 消毒海水中,光强为 24.0 μmol/(m²s),光照周期为 12L:12D,温度为 15 °C,充气培养待用。

1.2 实验方法

挑选单株藻体放在不同的培养皿和三角烧瓶中分别进行单株静置培养及单株充气培养,海水盐度为 25.5,光强为 24.0 μmol/(m²s),光照周期为 12L:12D,温度 15 °C。

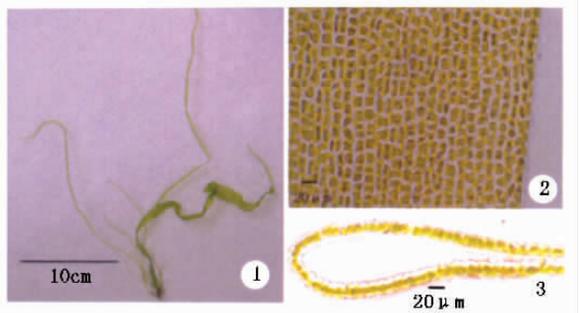
1.3 显微观察

使用 Olympus BH-2 显微镜连续观察配子放散与附着情况,逐日观察配子发育与生长情况,并用 Olympus DP-12 显微数码相机进行显微摄影。

2 结果

2.1 缘管浒苔的形态结构及特征

藻体绿色,簇生,细长单条,体长为 5~30 cm,体宽为 0.2~3 cm,体厚约为 50 μm,藻体不分支,体基部狭细长,中部渐宽,呈带状(图版 I-1)。藻体表面细胞正方形、长方形或多边形,细胞排成纵列(图版 I-2),自基部到顶端细胞整齐纵列。切面观,藻体呈两层结构,边缘中空(图版 I-3)。



2.2 配子囊的成熟及配子放散

在 3、4 月份,藻体细胞大多发育成配子囊(图版 II-1)。配子囊的形成是从藻体末梢部分的细胞开始的,细胞进行胞质分裂,形成众多堆积在一起细小的颗粒状配子。在配子囊成熟前,配子是不活跃的,随着配子囊的成熟,细小的颗粒状配子也逐渐发育成熟,并开始活跃。最初是少数配子在配子囊内旋转运动,最后大多数配子一起在配子囊内快速运动,

图版 I 缘管浒苔(*Enteromorpha linza*)的形态结构及特征

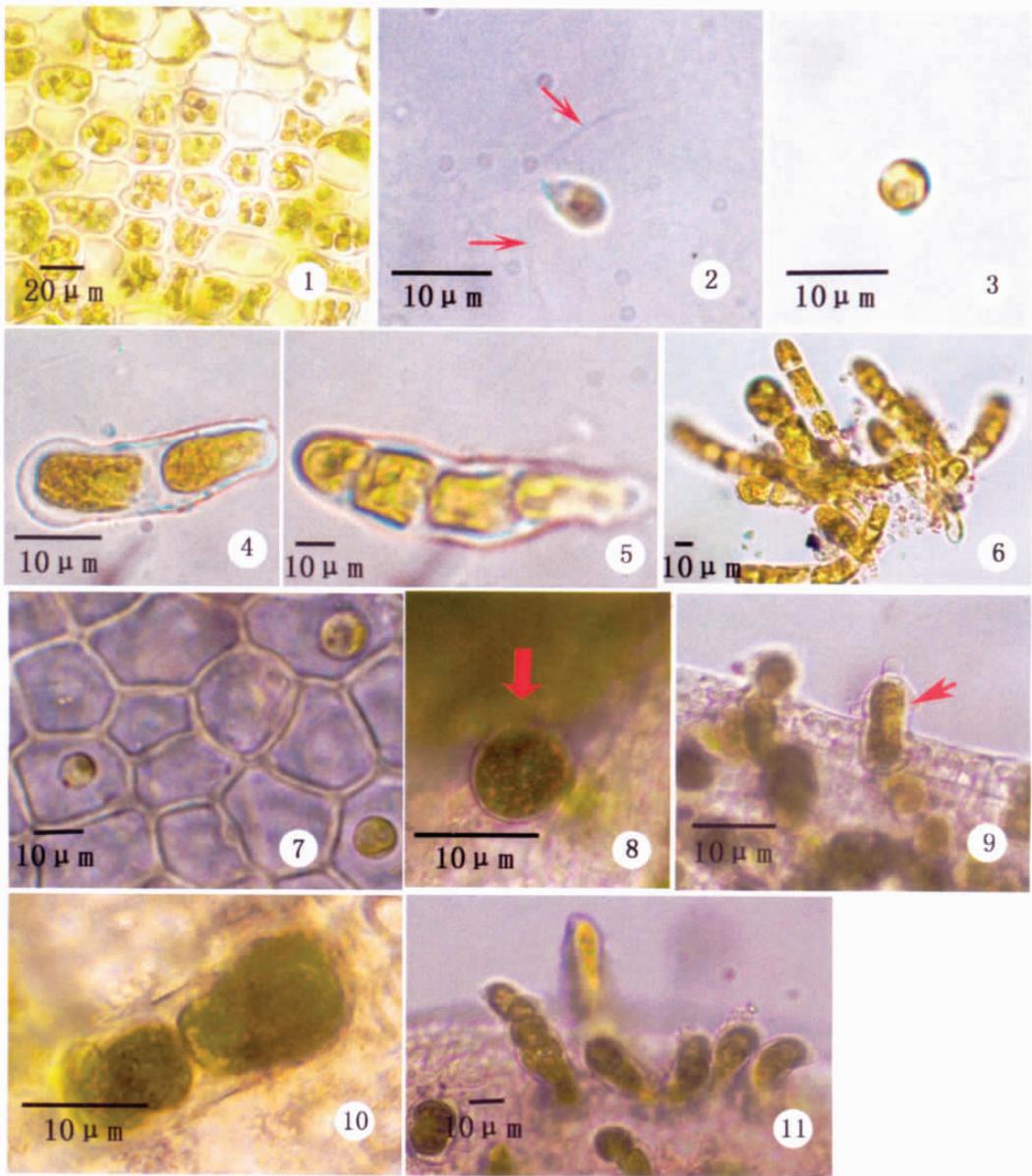
Plate I Morphology of *Enteromorpha linza*

1 缘管浒苔(*Enteromorpha linza*)叶状体; 2 表面观; 3 切面观

然后配子持续不断地从配子囊中放散出去。

2.3 单性生殖

单株藻体培养过程中,放散出去的配子比配子囊内未成熟的颗粒状配子大,放散出来的配子呈梨形,绿色的色素体占据配子后部,配子前端透明,有两根鞭毛在左右两侧快速划动,从而导致配子快速运动(图版 II-2)。为此,可以确定该藻体为配子体。当配子经过长时间的游动后,活动能力下降,配子原地不断的旋转,然后鞭毛渐渐消失,固着后呈球状单细胞体(图版 II-3)。配子固着后开始萌发生长,进行不均等分裂,进入 2 细胞期(图版 II-4),细胞继续分裂,依次发育成 3 细胞期、4 细胞期叶状体(图版 II-5)。不均等分裂产生的两个细胞形成顶端细胞和基部细胞,它们分别成为叶片和假根的祖先细胞,形成顶端极性。众多固着的配子萌发生长,聚集成簇(图版 II-6)。



图版 II 缘管浒苔(*Enteromorpha linza*)放散配子与未放散配子的单性生殖

Plate II Apomixis of diffused and undiffused gametes in *Enteromorpha linza*

1 配子囊; 2 放散的配子; 3 固着的配子; 4 2 细胞期; 5 4 细胞期; 6 簇生在一起的小苗; 7 未放散配子; 8 形成浓绿色细胞; 9: 细胞萌发; 10 2 细胞期; 11 在原先藻体表面生长的小苗。箭头示鞭毛

2.4 未放散配子的单性生殖

并不是所有配子都会从配子囊中放散出去,有些配子囊中的最后一个或几个配子并不放散出去(图版 II-7),其在配子囊中运动缓慢,可以更为清晰地观察到配子的形态。梨形的配子后部有绿色的色素体分布,前端透明,有红色的眼点及两根等长的鞭毛。留在配子囊中的配子渐渐停止运动,进一步凝缩发育成浓绿色的细胞(图版 II-8),细胞伸长生长(图版 II-9),然后进行胞质分裂,形成两个细胞(图版 II-10)。随着进一步的发育,配子直接在配子囊中萌发生长形成新的藻体(图版 II-11)。新的藻体可以脱离原来藻体单独发育,也可以聚集成簇,附着在已死去的发白的老藻体上。

3 讨论

缘管浒苔(*Enteromorpha linza*)其形态结构既有浒苔属植物的特点,又有石莼属的特点,有学者又将其定名为长石莼(*Ulva linza*)^[5]。长期以来,其分类地位属于石莼属还是浒苔属,至今仍有争议^[6]。此外,对于石莼属和浒苔属的划分也存在争议^[7-9]。

国内对石莼目植物的生活史研究较少,仅报道了石莼目礁膜属宽礁膜的生活史^[10,11]及礁膜属的分子多样性研究^[12],对石莼属、浒苔属植物的生活史研究少有开展。

在缘管浒苔生活史中,其单性生殖过程为配子体放散配子,配子不经过两两结合,直接固着生长,发育形成新个体。同时,缘管浒苔的单性生殖有两种不同形式,即既可以由放散配子进行单性生殖,也可以由配子囊中未放散的配子进行单性生殖。这种由未放散配子进行的单性生殖尚未见相关报道。

缘管浒苔的单性生殖在生产上具有重要意义,可以利用其单性生殖为缘管浒苔人工栽培提供丰富的苗源,而且也是缘管浒苔在自然海区几乎周年可见的主要原因。

参考文献:

- [1] 李伟新,朱仲嘉,刘凤贤. 海藻学概论[M]. 上海:上海技术科学出版社,1982. 196-197.
- [2] Haroon A M, Szaniawska A, Normant M, et al. The biochemical composition of *Enteromorpha* spp. from the Gulf of Gdask coast on the southern Baltic Sea[J]. *Oceanologia*, 2000, 42(1):19-28.
- [3] 嶋辉三. 藻类的生活史集成,第一卷. 绿色藻类[M]. 东京:内田老鶴園,1994. 190-198.
- [4] Hiraoka M, Dan A, Shimada S, et al. Different life histories of *Enteromorpha prolifera* (*Ulvales*, *Chlorophyta*) from four rivers on Shikoku Island, Japan[J]. *Phycologia*, 2003, 42(3):275-284.
- [5] 曾呈奎,张德瑞,张峻甫. 中国经济海藻志[M]. 北京:科学出版社,1962. 43.
- [6] 杨君,安利佳,王茜,等. 石莼属(*Ulva*)和浒苔属(*Enteromorpha*)绿藻的 RAPD 分析[J]. 海洋与湖沼, 2000, 31(4):408-413.
- [7] Tan I H, Blomster J, Hansen G, et al. Molecular phylogenetic evidence for a reversible morphogenetic switch controlling the gross morphology of two common genera of green seaweeds, *Ulva* and *Enteromorpha*[J]. *Mol Biol Evol*, 1999, 16(8):1011-1018.
- [8] Shimada S, Hiraoka M, Nabata S, et al. Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (*Ulvales*, *Ulvothyceae*), with special reference to the free-floating *Ulva*[J]. *Phycological Research*, 2003, 5(2):99-108.
- [9] Hayden H S, Blomster J, Maggs C A, et al. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera[J]. *Eur J Phycol*, 2003, 38:277-294.
- [10] 花卫华,谢恩义,马家海. 宽礁膜的生活史[J]. 植物学报, 2004, 46(4):457-462.
- [11] 孙彬,谢恩义,马家海. 宽礁膜生活史各阶段细胞的超微结构[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(2):116-121.
- [12] 谢恩义,孙彬,马家海. 三种礁膜属藻类的分子遗传多样性和亲缘关系的 RAPD 分析[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(1):6-11.