

海洋尖尾藻的繁殖研究

李雪梅¹, 安鑫龙^{1*}, 殷蕊²

(1. 河北农业大学海洋学院, 赤潮科学与海洋浮游生物学实验室, 河北秦皇岛 066003; 2. 河北省海洋与水产科学研究院, 河北秦皇岛 066200)

摘要 [目的]为了研究海洋尖尾藻(*Oxyrrhis marina*)的繁殖方式。[方法]室内显微观察海洋尖尾藻的繁殖过程。结合国外研究成果, 总结其繁殖方式。[结果]海洋尖尾藻的营养繁殖方式为细胞横二分裂, 无性繁殖方式为产生暂时性孢囊, 有性繁殖方式为同宗同配生殖。[结论]海洋尖尾藻多样性的繁殖方式由自身生物学特征和环境条件共同决定。这是它作为模式海洋浮游生物的重要基础。

关键词 海洋尖尾藻; 繁殖方式; 营养繁殖; 无性繁殖; 有性繁殖

中图分类号 S188 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)35-13477-01

Reproductive Modes of *Oxyrrhis marina*

LI Xue-mei et al (Laboratory of Red Tide Sciences and Marine Planktology, Ocean College, Hebei Agricultural University, Qinhuangdao, Hebei 066003)

Abstract [Objective] To study reproductive modes of *Oxyrrhis marina*. [Method] The reproductive processes of *O. marina* were microscopically observed, and reproductive modes were summarized according to foreign research results. [Result] The vegetative reproductive mode was binary fission, the asexual reproductive mode was production of temporary cysts and the sexual reproductive mode was homothallic isogamy. [Conclusion] The reproductive modes of *O. marina* depended on its biological features and environment conditions, diversified reproductive modes were important base of *O. marina* as model marine plankton.

Key words *Oxyrrhis marina*; Reproductive mode; Vegetative reproduction; Asexual reproduction; Sexual reproduction

海洋尖尾藻(*Oxyrrhis marina*)是世界沿海广布的一种海洋自由生活的单细胞真核赤潮原因种。有研究表明, 在适宜的培养条件下, 海洋尖尾藻可在短时间内将饵料藻摄食完毕并达到较高浓度^[1], 这与海洋尖尾藻的繁殖密切相关。笔者在室内以亚心形扁藻(*Platymonas subcordiformis*)为饵料培养海洋尖尾藻的基础上, 跟踪观察了海洋尖尾藻的繁殖过程, 并且结合国外研究成果总结其繁殖方式。

1 材料与方

1.1 供试藻种 供试海洋尖尾藻和亚心形扁藻均由河北农业大学海洋学院赤潮科学与海洋浮游生物学实验室提供。

1.2 试验方法 以亚心形扁藻为饵料培养海洋尖尾藻^[1]。吸一小滴海洋尖尾藻培养液置于洁净的凹玻片中央, 然后利用显微镜连续观察, 并且拍摄其繁殖情况。

2 结果与分析

显微观察发现, 海洋尖尾藻的营养繁殖方式是横二分裂(图1), 二分裂体仍能够像营养体细胞那样自由地进行旋转运动^[2]。海洋尖尾藻细胞营养繁殖过程描述如下: 细胞出现4条鞭毛, 并伴随细胞核拉伸(图2A-2B), 意味着营养繁殖已经开始, 接着细胞核开始分裂(图2C), 然后原生质分裂(图2D)直至形成2个子细胞。该繁殖过程为首次报道。在研究过程中, 还观察到个体较大的饱食的海洋尖尾藻细胞(图3), 轻轻挤压该细胞破裂后释放出摄食的亚心形扁藻(图4)。该细胞与Montagnes等^[3]观察到的个体较大且怀疑是休眠孢囊的细胞在大小和外形方面均相似。因此, Montagnes等报道的疑似休眠孢囊尚不能最终确定。

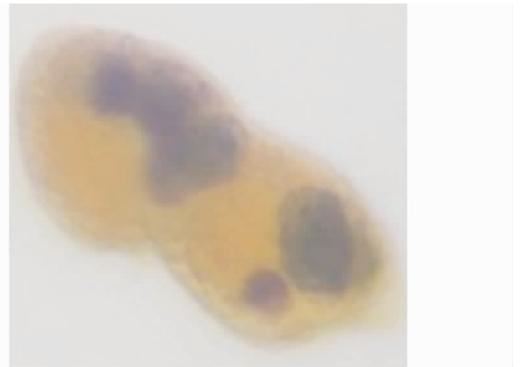


图1 海洋尖尾藻横二分裂体(安鑫龙拍摄)

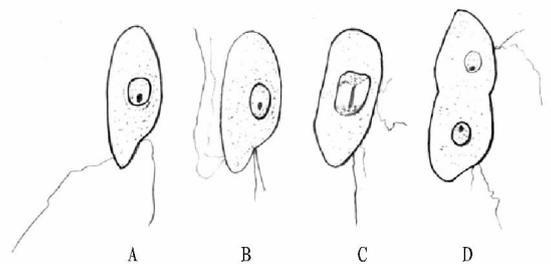


图2 海洋尖尾藻营养繁殖过程(安鑫龙绘制)

3 结论与讨论

海洋尖尾藻的繁殖方式包括营养繁殖、无性繁殖和有性繁殖3种类型。营养繁殖方式为细胞横二分裂, 无性繁殖方式为产生暂时性孢囊, 有性繁殖方式为同宗同配生殖。研究表明, 海洋尖尾藻通过营养繁殖进行细胞分裂增加数目是非常迅速的。因此, 在适宜的环境条件下, 横二分裂是海洋尖尾藻最普遍的繁殖方式。在饵料过量或贫乏时, 海洋尖尾藻通过无性繁殖产生外被薄膜、无鞭毛的不动孢子-暂时性孢囊^[3], 其作用是度过突然的不良环境而非繁殖更多的个体, 待环境条件再度适宜时能恢复游泳能力, 然后再行分裂

(下转第13488页)

基金项目 河北农业大学青年科学基金项目(QJ201202); 秦皇岛市科技局项目(201302A050)。

作者简介 李雪梅(1978-), 女, 河北秦皇岛人, 助理实验师, 在读硕士, 从事赤潮科学方面的研究。*通讯作者, 副教授, 硕士生导师, 从事赤潮科学和海洋浮游生物学方面的研究。

收稿日期 2013-11-15

影响由大到小的顺序为 C、A、B;根据各因素水平的 x_i 值,确定各因素的优化水平组合为 A3B2C5。对于试验指标酶活,3个因数的极差由大到小的顺序为 RA、RC、RB。由此可知,各因素对酶活的影响由大到小的顺序为 A、C、B;根据各因素水平的 x_i 值,确定各因素的优化水平组合为 A4B1C2。

2.6 最佳条件 研究表明,苯胺黑药降解菌 AFF0039 最佳降解条件组合为 A3B2C5,即时间为 30 h,温度为 35 °C,pH 为 6。在最优条件下,苯胺黑药的降解率达到 98.61%。降解菌 AFF0039 最佳产酶条件组合为 A4B1C2,即时间为 12 h,温度为 40 °C,pH 为 5。结果表明,在最优条件下降解酶的酶活达到最大,为 49.01 $\mu\text{g}/(\text{h} \cdot \text{ml})$ 。降解酶的酶活直接影响某时刻苯胺黑药的降解速率,而苯胺黑药去除率是累积量,反映某时段的苯胺黑药的减少量。2个指标之间没有直接的数量关系。

3 结论

(1)AFF0039 产生的苯胺黑药降解酶为诱导酶,大部分分布于胞内,少部分在细胞外,细胞周质提取液不表现降解酶活性。

(2)当降解酶在 25 ~ 40 °C 时,酶活保留率都在 65% 以上。随着温度的升高,酶活保留率不断下降。在 pH 4.3 ~ 7.0 时,酶活保留率都在 85% 以上。当 pH > 7.0 时,随着 pH 的升高,酶活保留率不断下降。

(3)在优化降解条件后,苯胺黑药最高去除率可达到 98.61%,降解酶的活力达到最大值 49.01 $\mu\text{g}/(\text{h} \cdot \text{ml})$ 。其中,时间对苯胺黑药去除率的影响最大,温度次之,pH 最小;温度对降解酶的产生影响最大,时间次之,pH 最小。

(上接第 13477 页)

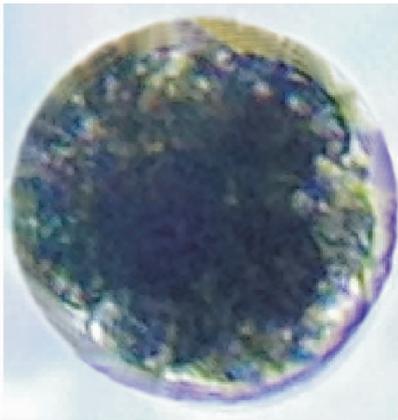


图3 饱食海洋尖尾藻(安鑫龙拍摄)

以增加细胞数目。海洋尖尾藻的有性繁殖方式是配子生殖-同配生殖-同宗同配生殖^[3]。所以,海洋尖尾藻多样性的繁殖方式有利于种群的繁衍发展,无论环境条件如何,均可以凭借其顽强的环境忍受能力生存,从而为广泛分布于潮池、沿海甚至外海奠定基础,使其作为模式海洋浮游生物成为可能。

参考文献

- [1] 于文勇,李友权,刘荣裳. 苯胺黑药合成与选矿工业实践[J]. 有色金属,1981(5):2-5.
- [2] 谢光炎,孙水裕,宁寻安. 选矿废水的回用处理研究与实践[J]. 环境污染治理技术与设备,2002,3(2):67-70.
- [3] 顾泽平,孙水裕,肖华花. Fenton 试剂处理选矿废水的实验研究[J]. 水资源,2006,7(4):82-84.
- [4] 孟玮. 电催化氧化处理黄药及黑药废水的研究[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [5] 赵永红,姜科. Fenton 试剂去除选矿废水中黄药的试验研究[J]. 江西理工大学学报,2009,30(5):33-36.
- [6] YANG Y,LI Y,ZHANG Y M,et al. Applying hybrid coagulants and polyacrylamide floatations in the treatment of high-phosphorus hematite flotation wastewater (HHRW): Optimization through response surface methodology [J]. Separation and Purification Technology,2010,76:72-78.
- [7] 姜彬慧,黄娅琼,王宇佳,等. 采用膜生物反应器处理丁基黄药废水[J]. 中南大学学报:自然科学版,2013,44(7):3072-3079.
- [8] PACHOLEWSKA M. The influence of flotation reagents on sulfur oxidizing bacterial acidithiobacillus thalassidans [J]. Physicochemical Problems of Mineral Processing,2008,42:37-46.
- [9] 何绪文,李静,张硕,等. 水解-好氧工艺降解选矿废水部分浮选药剂的研究[J]. 水处理技术,2012,38(S1):80-84.
- [10] 江玉姬. 有机磷农药降解菌的筛选及其降解酶特性[D]. 福州:福建农业大学,2006:53-56.
- [11] 李成龙. 细菌降解菌的筛选及降解酶特性研究[D]. 长春:吉林农业大学,2012:24-34.
- [12] 闫志英,李旭东,袁月祥,等. 共生菌 B1 + B2 聚乙烯醇降解酶活性优化研究[J]. 应用与环境生物学报,2007,13(4):556-560.
- [13] 宋卫锋,邓琪. 一株苯胺黑药降解菌的分离鉴定及其降解特性[J]. 中国矿业大学学报,2012,41(6):1018-1023.
- [14] 岳贤田. 超声波辅助提取南瓜皮中果胶的研究[J]. 山西化工,2010,30(5):5-7.
- [15] 宋卫锋,严明,孙水裕. 浮选肺水肿苯胺黑药与外加基质的共代谢特性[J]. 中国有色金属学报,2012(7):2090-2096.
- [16] 夏东翔,曾仑,郑兆鑫,等. 邻苯二酚 2,3-双加氧酶在大肠杆菌的表达与定域[J]. 遗传学报,1992,19(2):177-185.
- [17] 李志西,杜双奎. 试验优化设计与统计分析[M]. 北京:科学出版社,2010:152-160.

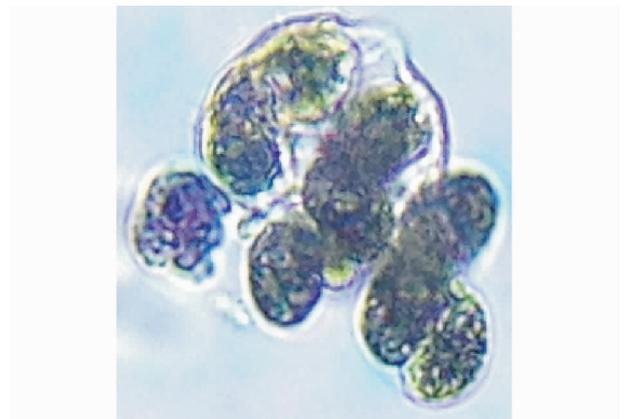


图4 饱食海洋尖尾藻破裂(安鑫龙拍摄)

参考文献

- [1] 安鑫龙,李雪梅,宫春光. 海洋尖尾藻的室内培养[J]. 安徽农业科学,2012,40(1):85-86.
- [2] 安鑫龙,李雪梅,么强. 河北省 1 个赤潮藻新记录种——海洋尖尾藻[J]. 安徽农业科学,2011,39(9):5078.
- [3] MONTAGNES D J S, LOWE C D, MARTIN L, et al. *Oxyrrhis marina* growth, sex and reproduction [J]. Journal of Plankton Research,2011,33(4):615-627.