

# 浒苔孢子放散与附着萌发特性及其干出适应性的初步研究

朱明<sup>1,2</sup>, 刘兆普<sup>2</sup>, 徐军田<sup>1</sup>, 茅云翔<sup>3</sup>, 姚东瑞<sup>1</sup>

(1. 淮海工学院 海洋学院, 江苏 连云港 222005; 2. 南京农业大学 江苏省海洋生物学重点实验室, 江苏 南京 210095; 3. 中国海洋大学 生命学院, 山东 青岛 266003)

**摘要:** 研究了浒苔(*Enteromorpha prolifera*)孢子的放散与附着时限及其对附着基质的选择性, 并探讨不同温度的干出处理对浒苔活力、孢子释放水平及其萌发的影响。实验结果表明: 浒苔在 20°C(黑暗)干出 12 h 后连续放散孢子时限约为 1~10 h, 放散高峰出现在 4 h 左右; 浒苔孢子附着时限约为 1~12 h, 附着高峰出现在 6 h 左右, 孢子附着最佳时机为孢子释放后 2 h 左右; 略粗糙的 PVC、PVF 和 PA 基质更有利于浒苔孢子的附着。相对于 20°C 的干出处理组, 低温(4°C, -4°C)或冰冻干出条件(-20°C)下浒苔藻体的活力得到更好的保持, 但其孢子释放能力则在 20°C(3 周内)和 -20°C(3~5 周)保持较高水平。在 20, 4, -4 和 -20°C(黑暗)干出条件下, 浒苔附着孢子能够分别在 4, 16, 8 和 16 d 内萌发。本实验结果所揭示的浒苔孢子释放及萌发时效性、浒苔藻体及其孢子对多种干出条件的耐受性, 可望为进一步探索浒苔“绿潮”的发生机制提供帮助。

**关键词:** 浒苔(*Enteromorpha prolifera*); 干出; 孢子; 释放; 萌发

中图分类号: Q948.118 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2011)07-0001-06

浒苔 (*Enteromorpha prolifera*) 是重要的海洋绿藻, 属绿藻门(Chlorophyta)、绿藻纲(Chlorophyceae)、石莼目(Ulvales)、石莼科(Ulvaceae)、浒苔属(*Enteromorpha*), 生长在海洋沿岸中低潮区的砂砾、岩石、滩涂和石沼中, 在我国野生藻类中资源丰富。浒苔作为食品原料和饲料添加剂开发潜力很大, 日本等国家已经将浒苔二次加工为可即食的海苔, 又称绿紫菜。浒苔的世代同型及其对盐度、温度、光照和干出条件的广泛的适应性<sup>[1-2]</sup>, 使得浒苔有望成为新的海水或半咸水的栽培海藻<sup>[3]</sup>。同时浒苔也是筏架养殖的条斑紫菜的主要生态位竞争者之一, 在海水养殖鱼类的过程中, 浒苔的附着造成网箱网目堵塞, 影响了网箱内的水体交换减少, 导致养殖动物的疾病多发和网箱使用寿命缩短。以浒苔、石莼等大型绿藻爆发式漂浮生长所引发的“绿潮”在世界各地时有发生, 成为一种新的生态灾害。

有研究表明浒苔释放孢子对盐度、温度、光照强度和酸碱度具有广泛的适应性<sup>[4]</sup>。一些研究还显示温度和海浪运动能够对浒苔游动孢子和附着孢子造成一定的影响<sup>[5-6]</sup>。但是关于孢子的放散时机、附着时限以及低温干出条件对浒苔及其孢子放散及萌发影响的研究还未见报道; 本实验旨在对上述问题进行初步的探索, 为综合利用浒苔资源、防控浒苔附着病害和探索浒苔“绿潮”的发生机制提供帮助。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料及培养方法

浒苔于 2007 年 3~4 月间取自连云港连岛海域紫菜筏架, 使用灭菌海水反复冲洗去除表面附着物, 在实验室内暂养, 培养介质为 f/2 培养基(盐度 30~33, pH 值 8.2~8.3), 另外添加 1 mg/L SeO<sub>2</sub>; 温度 20°C±1°C、光强 60~75 μmol/(m<sup>2</sup>·s)(光: 暗周期为 12L: 12D), 通入过滤空气, 待孢子囊形成后供实验用。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 浒苔孢子对不同附着基的选择性实验设置

称取浒苔 0.5 g(湿质量, 下同), 经过 12 h、20°C 黑暗干出后重新恢复培养, 在 250 mL 培养液中通入过滤空气, 同时在水中分别放入塑料片、塑料绳、玻璃片、木片、紫菜养殖网绳、麻绳、草绳和网布作为附着基, 材料悬浮或者悬挂于水体中, 24 h 后观察

收稿日期: 2010-10-26; 修回日期: 2011-03-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(30771647); 南京农业大学江苏省海洋生物学重点实验室研究基金项目(JSJK2008-002); 连云港市科技发展(社会发展)项目(SF0810)

作者简介: 朱明(1967-), 男, 江苏泗阳人, 副教授, 博士生, 主要从事藻类学生态学研究, 电话: 13805132382, E-mail: zhuming2382@yahoo.com.cn; 刘兆普, 通信作者, 教授, 博士研究生导师, 电话: 025-84396678, E-mail: sea@njau.edu.cn

各附着材料上孢子吸附情况 (各种材料在放进玻璃缸之前都要进行煮沸消毒灭菌, 材料大小要适中, 长约 1 cm 或者面积 1 cm×1 cm, 以便于观察)。实验设置 3 个平行样。

### 1.2.2 浒苔孢子放散及附着时限的测定方法

称取具有成熟孢子囊的浒苔 0.5 g, 在 20℃ 下经过 12 h 黑暗干出处理后, 放入盛有 250 mL f/2 培养液的烧杯中, 每 2 h 取一定量海水并用碘-碘化钾溶液固定其中的游动孢子(淡绿色近圆形细胞, 直径 5~7 μm, 两根鞭毛), 取其中 0.1 mL 置于浮游植物计数框中, 在 40×10 倍(JNOEC XS-212 型显微镜)下随机选取 10 个小框计数孢子数, 取其平均值。同时在烧杯内每隔 2 h 放入新的塑料片(1 cm×1 cm)并停留 2 h, 随机抽取十个视野(40×10 倍)计数附着孢子数, 取其平均值, 根据孢子放散高峰与孢子附着峰值的时间差, 推算孢子的最佳附着时限。

### 1.2.3 不同温度干出处理对浒苔活力及其孢子放散能力影响实验设置

称取浒苔 0.5 g, 吸干藻体表面水分, 并分别用保鲜膜包裹且保持敞口状态, 置于温度为 20, 4, -4, -20℃ 的黑暗条件下干出和自然失水。每隔一星期取出各个条件下的样品 3 份, 置于正常条件(同 1.1)下培养 1 周, 中间换水 1 次。

以相对增长率表示藻体活力, 按照以下公式求得其相对增长率(relative growth rate,  $R_{RG}$ ):

$$R_{RG} = 100 \times (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

其中  $N_t$  为第  $t$  天的鲜质量,  $N_0$  为初始鲜质量。

通过计算浒苔干出处理重新入水培养后 4 h 游动孢子的数目, 测定不同干出处理后浒苔孢子放散能力, 测定方法如 1.2.2。

### 1.2.4 不同温度干出/沉水处理吸附孢子实验设置

将附着孢子的塑料片(10~20 个孢子/视野, 40×10 倍)置于温度为 20, 4, -4 和 -20℃ 的干出或沉水条件下黑暗处理, 分别在 1、2、4、8、16 和 20 d 后取出恢复培养一周, 培养条件同 1.1, 观察其萌发情况。

## 1.3 数据处理

实验数据采用方差分析法(one-way ANOVA, Turkey), 设置显著水平为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 浒苔孢子在不同基质上的附着情况

经过 24 h 的孢子放散附着后, 各种材料上都有

数量不等的孢子附着, 有些材料上可见淡淡的绿色, 计数结果如表 1。从表中可以看出, 塑料片、紫菜养殖网绳和网布上孢子附着量较多, 玻璃片、塑料绳和草绳上附着量中等草绳和木片上附着量最少, 可见塑料片、网绳和网布等材料更加适宜于浒苔孢子的附着。塑料片便于进行剪切和孢子计数, 因此在后续的孢子附着与萌发实验中采用塑料片作为附着基。

表 1 孢子在不同基质上的附着数量

Tab. 1 The numbers of spores settled on different substrates

材料	视野中孢子数(个)
塑料片(聚氯乙烯, PVC)	80±4
塑料绳(聚乙烯, PE)	30±3
载玻片(玻璃)	44±4
木片(刨花)	7±2
紫菜养殖网绳(维尼龙, PVF)	71±3
麻绳(蓖麻外皮)	4±2
草绳(秸秆)	27±3
网布(尼龙, PA, 200 目)	90±6

注: 每组实验取 10 个视野进行附着孢子计数, 然后取平均值并计算其标准偏差

### 2.2 浒苔孢子放散的高峰时间和最佳附着时机的测定

浒苔经过 12 h 20℃、黑暗干出处理后复水, 孢子的放散和附着数目随时间变化情况如图 1。从图 1 中可以看出, 浒苔复水 1h 左右水中有游动孢子出现, 随着孢子不停的放散, 培养液中游动孢子密度线性增长, 约 4 h 达到峰值。之后由于孢子开始附着, 同

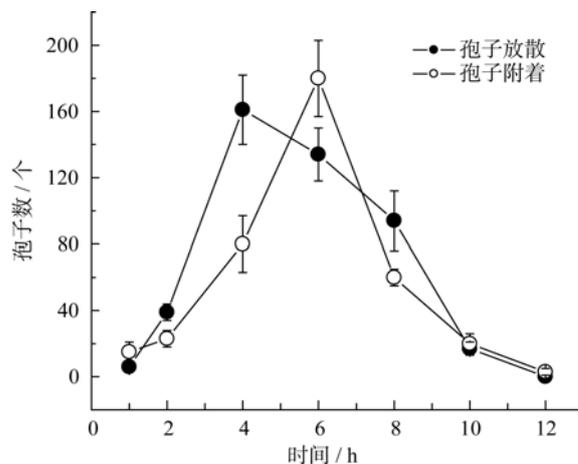


图 1 浒苔放散和附着孢子数目随时间的变化

Fig. 1 The numbers of released and adhered spores over time

时放散量减少, 培养液中游动孢子密度下降, 12 h 左右培养液中不再有游动孢子。可见, 浒苔孢子的连续放散时间约为 1~10 h, 最佳放散时机约为复水后 4 h 左右。孢子放散后不久便开始附着, 放散与附着几乎同步, 随孢子放散量的增加, 孢子附着量也呈线性上升趋势, 并在 6 h 左右达到峰值, 此后也随孢子放散曲线下降而下降, 12 h 后不再有孢子附着。

### 2.3 不同干出温度和时间对浒苔藻体活力及其孢子放散能力的影响

本实验用浒苔干出处理后的恢复生长率来表示浒苔藻体的活力, 从图 2 中可以看出, 干出温度与干出时间对浒苔活力存在着不同的影响。在 20℃ 条件下浒苔干出 2 周后仍然保持一定的活力, 3 周后藻体的活力急剧下降, 到第 4 周藻体后腐烂; 其活力要显著低于低温干出的藻体 ( $P < 0.05$ )。

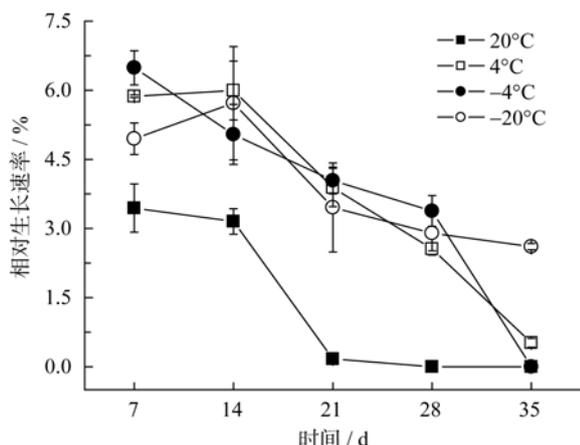


图 2 不同温度条件下干出保存对浒苔的恢复生长的影响  
Fig. 2 The growth of *Enteromorpha prolifera* after exposure to treatments at different temperatures

在 4℃、-4℃和-20℃三种低温条件下干出保存 2 周到 4 周浒苔的活力没有显著的差异 ( $P > 0.05$ ), 其第 4 周的活力与 20℃干出 1~2 周时相似, 说明这三种低温条件更有利于浒苔藻体活力的保持。但到第 5 周后-20℃条件下干出保存的藻体复水后的活力明显高于 4℃和-4℃下的浒苔活力 ( $P < 0.05$ ), 说明-20℃的低温条件对保持藻体活力最为有利。

不同温度干出处理对浒苔复水后的孢子释放能力的影响见表 2, 从表中可以看出: 在 20℃条件下干出 1~3 周内, 浒苔仍然保持很高的孢子释放水平; 第 4 周之后失去释放孢子的能力。-20℃的干出 1 周, 其

孢子的释放量很低, 随着干出时间的延长不断增加并在 3~5 周达到最高水平, 随后出现明显的下降; 这与在该温度下的藻体活力的变化趋势基本相反。4℃和-4℃的干出条件下浒苔孢子的释放量较低, 第 1 周基本没有孢子释放, 第 2~5 周也只有少量的孢子释放, 与藻体活力变化趋势不一致。

表 2 不同温度干出后浒苔的孢子释放能力与干出时间的关系

Tab. 2 The relationship between the spore release levels of *Enteromorpha prolifera* and the desiccation times at different temperatures

时间	20℃	4℃	-4℃	-20℃
第 1 周	+++++	-	-	+
第 2 周	+++++	++	++	+++
第 3 周	+++++	++	++	+++++
第 4 周	-	++	++	+++++
第 5 周	-	+	+	+++++
第 6 周	-	-	-	++

注: “+++++”代表每个浮游植物计数框约大于 120 个孢子; “++++”为 90~120 个之间; “+++”为 60~90 个; “++”为 30~60 个; “+”为 30 个以下; “-”代表无

### 2.4 不同温度干出、沉水条件对附着孢子萌发的影响

附着孢子在经过不同温度干出或沉水处理后, 其萌发情况随处理时间的变化情况见表 3 和表 4。从表中可以看出, 20℃干出处理组的孢子在 4 d 内可以萌发, 而所有低温处理组的附着孢子在前 8 天都能够萌发; 其中 4℃与-20℃干出组在 16 d 内仍然能够萌发。20℃条件下沉水处理组的浒苔孢子的萌发能力明显高于相同温度下的干出组; 而 4℃与-4℃沉水

表 3 不同温度干出后浒苔附着孢子的萌发能力与干出时间的关系

Tab. 3 The relationship between the germination levels of settled spores of *Enteromorpha prolifera* and the desiccation times at different temperatures

时间(d)	20℃	4℃	-4℃	-20℃
1	+	+	+	+
2	+	+	+	+
4	+	+	+	+
8	-	+	+	+
16	-	+	-	+
20	-	-	-	-

注: “+”表示复水后孢子萌发并正常发育为浒苔幼苗, “-”表示复水后孢子不萌发并发白死亡

表 4 不同温度沉水处理后浒苔附着孢子的萌发能力与处理时间的关系

Tab. 4 The relationship between the germination levels of settled spores of *Enteromorpha prolifera* and the treatment times at different temperatures in water

时间(d)	20℃	4℃	-4℃	-20℃
1	+	+	+	+
2	+	+	+	+
4	+	+	+	+
8	+	+	+	+
16	+	+	-	-
20	+	-	-	-

注：“+”表示保存后的附着孢子在正常条件下发育为浒苔幼苗，“-”表示不萌发并发生死亡

组与干出组的孢子萌发状况基本相同；-20℃沉水组孢子只能在 8 d 内萌发，远低于干出组的 16 d。上述结果表明，在沉水状态条件下，较高温度(20℃)有利于孢子的萌发，而在干出条件下低温更有利于孢子活力的保持。

### 3 讨论

#### 3.1 浒苔孢子对附着基的选择性

本实验通过对附着孢子数目的检测考察了浒苔孢子对附着基的选择性，结果以塑料片、紫菜养殖网绳和网布为孢子最佳附着基，而玻璃片、塑料绳、草绳上和木皮(刨花)不适于孢子附着。Finlay 等<sup>[6]</sup>研究发现：缘管浒苔(*Enteromorpha linza*)的游动孢子(zoo spore)对疏水性的基质有较强趋性，但是在亲水性的基质上附着能力更强。本实验只有草绳与木皮为亲水性基质，但两者的孢子附着量并不大，其他材料皆为疏水性的基质，但并未影响到孢子的附着，说明浒苔孢子对附着基的选择还存在其他的条件。本实验中附着孢子较多的三种材料表面都较为粗糙，显示浒苔孢子对附着基的选择与其表面粗糙程度存在关联。吴洪喜等<sup>[2]</sup>实验得出浒苔在木板上效果最佳，而本实验中的木皮(刨花)孢子附着效果不佳，由于刨花的表面更加光滑，说明附着基的表面特性比材质对于浒苔孢子附着的影响更大。

从形态结构上看，本实验中的游动孢子属于配子阶段，但连续观察未发现其相互融合的现象，应属于 Kapraun<sup>[7]</sup>研究报道的中性游孢子；同时也说明浒苔孢子(配子)萌发的多态性<sup>[8]</sup>，这种多态性是否与环境诱导因素有关，需要做进一步的研究。

#### 3.2 浒苔孢子附着的最佳时机

本实验中浒苔干出复水后很快释放孢子，连续放散孢子时间约为 1~10 h，放散高峰约在 4 h 左右；孢子附着时限为浒苔复水后 1~12 h，6 h 左右达到附着量的高峰，孢子附着峰值出现的时间落后于孢子放散峰值时间约 2 h，由此说明孢子的附着最佳时机或者时滞为孢子放散后 2 h 左右。游动孢子快速附着的能力可以保证其尽快在沿岸带基质上的定植，避免被海水冲散到离岸较远的地方，保证浒苔优势群体的地位。孢子放散与附着的时间基本处于 12 h 之内，最佳附着时间为 6 h 左右，与半日潮的潮汐时间存在着一定程度的吻合，这是否与潮水涨落的周期性在时空上存在关联，有待进一步验证。

#### 3.3 浒苔对不同温度干出处理的耐受性

生长在潮间带的大型海藻，随着海洋潮汐经历着两种连续变化的环境条件：沉水和干出。当低潮时，潮间带海藻的生活环境由水生突然转变为陆生，这样它们面临着很多的环境变化，其中最为明显的就是失水作用，随着干出时间的增加，藻体内的含水量迅速降低，表面水分的蒸发导致盐度显著增加，同时高的光强、温度以及海风的流动会加速这种失水作用，并且高温和高的光强对藻体的光合作用等代谢过程产生直接的影响<sup>[7]</sup>。但一些潮间带大型海藻对这种胁迫具有很强的适应能力，其体内脯氨酸、可溶性糖积累的提高和膜透性的降低对于提高其对低温的适应性和对干出的耐受能力是有重要的帮助<sup>[10]</sup>。浒苔对失水这种胁迫有很强的适应性，在干出的情况下，即使在高温高光强下也可以存活 2~3d<sup>[2]</sup>。

本实验结果表明，浒苔对低温干出的适应性更强，-20℃保存的藻体即使经过 5 周的时间的干出及冷冻失水，置于正常条件下恢复生长仍然保持相对高的生长速率。这可能是由于低温下细胞体内的水分得到了有效的保存，使细胞体内的盐浓度维持在一定的水平，使细胞膜的完整性得到一定程度的保证，而干出或者冷冻失水对细胞最大的损伤就是细胞膜的破坏<sup>[11]</sup>。研究表明潮间带海藻 *Ascophyllum nodosum* 损失 70% 以上的水分会释放一些有机、无机物质，1%~2% 的总干物质以有机碳形式而损失掉，这表明细胞膜受到破坏<sup>[12]</sup>。在低温条件(-4℃, 4℃)下藻体的新陈代谢处于较低水平，在-20℃下藻体的新陈代谢几乎停止，藻体不需要一定的光合作用来维持藻体的生理状态，这在很大程度上保存了

藻体的生理活性。

### 3.4 不同温度干出处理对浒苔孢子释放能力的影响

从本实验的结果还可以看出, 浒苔成熟藻体经过不同温度的干出保存后仍然能够释放孢子, 其中 20℃ 条件下可以保持 3 周的有效释放, 而浒苔藻体在第 3 周已经不能恢复生长, 说明浒苔孢子比藻体营养细胞具有更强的干出耐受能力。-20℃ 条件下在第 5 周仍然有正常的孢子释放能力, 与藻体活力变化趋势基本一致, 但其最大放散量出现在第 3~5 周, 而不是在第 1~2 周, 可能与-20℃ 条件下浒苔的冷冻失水较慢有关, 吸水膨胀有利于浒苔大量释放孢子。在 4℃ 与-4℃ 干出条件下, 藻体活力很高, 但孢子放散量很少, 可能与其未能如 20℃ 干出或者-20℃ 冷冻条件下充分失水有关。

### 3.5 附着孢子对不同温度干出处理的适应性

本实验的结果表明, 与较高温度(20℃)的沉水状态条件相比, 浒苔附着孢子对低温和干出处理较为敏感, 但仍然可以分别在 20℃, 4℃, -4℃ 和-20℃ 干出 4 d, 16 d, 8 d 和 16 d 后保持萌发能力; 说明浒苔附着孢子对干出, 特别是低温干出处理具有一定的耐受性。

与其他附着紫菜网绳的大型藻相比<sup>[13]</sup>, 浒苔及其附着孢子对干出与冷藏处理具有更强的适应能力, 通过冷藏消除网绳附着浒苔存在一定的难度; 建议在紫菜采苗时采取措施避免浒苔孢子附着网绳, 或者在苗帘下海时避开浒苔孢子放散的高峰时期, 以有效预防浒苔附着病害的发生。

### 3.6 浒苔“绿潮”与孢子释放的关系

本实验的结果表明, 浒苔游动孢子在正常条件下的浮游时间最长为 12 h, 并且需要附着后才能萌发; 本实验中未发现游动孢子在浮游状态直接萌发为浒苔幼苗的情况, 是否存在其他可能的浒苔游动孢子直接生成绿潮的途径, 有待进一步的考察。同时, 浒苔及其孢子对干出和低温条件的耐受性, 也为浒苔的异常或异地增殖甚至导致“绿潮”形成提供了可能性, 作者将在以后的实验和野外调查过程中进行深入的研究。

参考文献:

- [1] 张寒野, 吴望星, 宋丽珍, 等. 浒苔海区试栽培及外界因子对藻体生长的影响[J]. 中国水产科学, 2006, 13(5): 781-786.
- [2] 吴洪喜, 徐爱光, 吴美宁. 浒苔实验生态的初步研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2000, 19(3): 230-234.
- [3] Moll B, Deikman J. *Enteromorpha clathrata*: a potential seawater-irrigated crop [J]. Bioresource Technology, 1995, 52: 255-260.
- [4] 王建伟, 阎斌伦, 林阿朋, 等. 浒苔(*Enteromorpha prolifera*)生长及孢子释放的生态因子研究[J]. 海洋通报, 2007, 26(2): 60-65.
- [5] Taylor, R. Fletcher, R L. A simple method for the freeze-preservation of zoospores of the green macro-alga *Enteromorpha prolifera*[J]. J Appl Phycol, 1999, 11: 257-262.
- [6] Finlay J A, Callow M E, Linnea K I, et al. The Influence of Surface Wettability on the Adhesion Strength of Settled Spores of the Green Alga *Enteromorpha* and the Diatom *Amphora*[J]. Integr Comp Biol, 2002, 42: 1116-1122.
- [7] Kapraun D F. Field and cultural studies of *Ulva* and *Enteromorpha* in the vicinity of Port Aransas [J]. Texas Contributions in Marine Science, 1970, 15: 205-285.
- [8] 王晓坤, 马家海, 叶道才, 等. 浒苔(*Enteromorpha prolifera*)生活史的初步研究[J]. 海洋通报, 2007, 26(5): 112-116.
- [9] 邹定辉. 脱水对浒苔光合作用的影响[J]. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(2): 30-34.
- [10] 吴以平, 董树刚. 钙对高盐胁迫下缘管浒苔和孔石莼生理生化过程的影响[J]. 海洋科学, 2000, 24(8): 11-14.
- [11] Dring M J, Brown F A. Photosynthesis of intertidal brown algal during and after periods of emersion: a renewed search for physiological causes of zonation[J]. Mar Ecol Prog Ser, 1982, 8: 301-308.
- [12] Moebus K, Johnson K M, Sieburth J M. Rehydration of desiccation intertidal brown algae: release of dissolved organic carbon and water uptake[J]. Mar Biol, 1974, 26: 127-134.
- [13] 陈昌生, 翁琳, 汪磊, 等. 干露和冷藏对坛紫菜及杂藻存活与生长的影响[J]. 海洋学报, 2007, 29(2): 131-136.

[1] 张寒野, 吴望星, 宋丽珍, 等. 浒苔海区试栽培及外

# The release, adhesion and germination of spores of *Enteromorpha prolifera* and its adaptation to different desiccation conditions

ZHU Ming<sup>1, 2</sup>, LIU Zhao-pu<sup>2</sup>, XU Jun-tian<sup>1</sup>, MAO Yun-xiang<sup>3</sup>, YAO Dong-rui<sup>1</sup>

(1. Ocean college, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China; 2. Jiangsu Provincial Key Laboratory of Marine Biology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 3. College of Marine Life Sciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

**Received:** Oct., 26, 2010

**Key words:** *Enteromorpha prolifera*; desiccation; spore; release; germination

**Abstract:** We studied the time limitation of release and adhesion of *Enteromorpha prolifera* spores and their selectivity of different substrates, and the effects of desiccation treatment at different temperatures on the vitality, capacity of release, and germination of the spores of this algae. The results showed that after 12 h exposure to the air (20°C, in darkness), *Enteromorpha prolifera* released spores successively from 1h to 10h after being immersed in seawater again, with the release peak at about 4h; the time limitation of spores settlement was about 1h to 12h, with the settlement peak of spores at about 6h, indicating that the optimal time for spores settlement was about 2h after being released. The slightly rough materials, such as plastic, nylon and fabric, were beneficial to spores settlement. When being exposed in desiccation conditions, the vitality of thalli could be preserved longer at low temperatures (4°C, -4°C) or under freezing conditions (-20°C) than that at 20°C, but its capability of releasing spores maintained at high levels at 20°C (in 3 weeks) and -20°C (between 3 to 5 weeks). In the desiccation conditions at temperature of 20, 4, -4°C, and -20°C (all in darkness), the settled spores could germinate within 4 d, 16 d, 8 d, and 16 d, respectively. Knowledge of the time limitation of spores release and settlement and the tolerance of the thalli and its spores for different desiccation conditions will further help to study the mechanism of “green tide”.

(本文编辑: 梁德海)