

温度、光照强度和盐度对海柏果孢子放散与附着的影响

邓璐, 曹翠翠, 王宏伟

(辽宁师范大学 生命科学学院, 辽宁 大连 116081)

摘要: 在实验室条件下, 研究了不同温度、光照强度和盐度对海柏(*Polyopes polyideoides*)果孢子的放散及附着的影响。结果表明: 温度 10~26℃ 的条件下, 海柏果孢子均能够完成放散附着; 18℃ 时, 海柏果孢子放散附着速度最快且总量最大, 而当温度低于 5℃ 或者高于 30℃ 时, 海柏果孢子的放散附着受到抑制, 几乎不放散附着; 海柏果孢子放散附着的适宜光照条件为 80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 光照强度过高时海柏果孢子的放散附着明显受到抑制; 盐度为 22~36 之间利于果孢子的放散附着, 当盐度低于 8, 高于 40 的时候, 海柏果孢子由于受到了盐胁迫, 几乎不放散及附着。

关键词: 海柏; 果孢子; 放散; 附着; 温度; 光照强度; 盐度

中图分类号: Q949.29 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)08-0024-04

doi: 10.11759/hyxx20141112003

大型海藻是重要的海洋自然资源, 可食用并可作为饲料、工业原料和有机肥料, 具有较高的经济价值^[1]。随着我国人口、经济、社会的发展, 国民对“蓝色农业”的需求和依赖程度不断增高, 发展海藻养殖已成为一种必然。尽管我国在海藻养殖技术领域已处于世界领先地位, 是世界第一海藻养殖大国, 但主要养殖海藻的种类目前仅有 10 余种, 可进行人工养殖的种类仅占能够利用的海藻中的一小部分^[2]。因此, 为了防止资源枯竭, 丰富海藻养殖种类, 高效利用资源, 满足工业发展要求, 研究应用价值高的新型海藻的人工养殖的适宜条件势在必行。

海柏(*Polyopes polyideoides*)隶属于红藻门(Rhodophyta)杉藻目(Gigartinales)海膜科(Halymeniaceae)海柏属(*Polyopes*), 藻体深紫红色, 直立, 丛生, 基部以圆盘状固着器固着, 亚二叉式分枝, 分枝基部缢缩或略细, 枝端钝形, 藻体上常有较轻微的缢缩处, 并偶有小育枝。为北太平洋西部特有的暖温带性海藻, 生长于潮间带石沼中或岩礁上, 除大连外, 在我国的福建、台湾均有分布, 并在日本和澳大利亚也有分布^[3]。海柏具有重要的经济价值, 可作为制造琼胶的辅助原料, 也可作为饲料^[3]。

海柏的生活史由同型的配子体、四分孢子体和果孢子体(囊果)三相世代组成^[1]。果孢子从果孢子体(囊果)中的放散是生活史过程的重要环节。囊果在雌配子体上大量形成并且突出藻体表面, 与在四分孢子体上形成的四分孢子囊相比较容易观察, 因而大

量采集果孢子进行孢子体的培养。但是有关于海柏果孢子放散及附着条件的研究国内外尚未见报道。本文在对海柏外部形态和果孢子萌发类型^[4]的研究基础上, 通过研究温度、光照强度以及盐度等环境因子对海柏果孢子放散与附着的影响, 旨在了解海柏果孢子放散与附着的适宜条件及其规律, 为海柏育苗、种质保存、人工养殖和资源的开发利用提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 实验材料及预处理

实验所用材料采自大连市星海公园潮间带的岩石上或石沼中。选取具有成熟囊果的海柏藻体, 将藻体表面的污垢及杂物用软毛刷轻轻刷除, 用灭菌海水冲洗数次, 暂养在灭菌海水内, 藻体的培养温度控制在 18℃, 光照强度为 80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 光照周期为 12L/12 D。

将已灭菌的玻璃培养缸(18 cm × 20 cm)编号, 并在其底部铺满已灭菌的载玻片, 且各载玻片不重叠。选取用灭菌海水冲洗干净的藻体放在载玻片上, 注

收稿日期: 2014-11-20; 修回日期: 2015-01-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(30870161; 31270251)

作者简介: 邓璐(1993-), 女, 辽宁凌海人, 主要从事生物科学研究, 电话: 18041135795; E-mail: 13610938642@163.com; 王宏伟(1963-), 通信作者: 教授, 博士, 主要从事海藻分类、多样性、海洋生物分子系统学研究, 电话: 0411-82156788; E-mail: kitamiwang@163.com

入灭菌海水，深度以刚刚没过藻体为宜。将玻璃培养缸放入光温控制的培养箱中进行培养。

1.2 实验设计

1.2.1 温度实验

分别设置 5、10、14、18、22、26、30℃ 7 个温度梯度(每个梯度设置 3 个平行样)。光照强度为 80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，盐度为 29，光照周期为 12L/12D。

1.2.2 光照强度实验

分别设置为 50、80、110、140、170 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 5 个光照强度梯度(每个梯度设置 3 个平行样)。温度为 18℃，盐度为 29，光照周期为 12L/12D。

1.2.3 盐度实验

分别设置为 8、15、22、29、36 5 个盐度梯度(每个梯度设置 3 个平行样)。温度为 18℃，光照强度为 80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，光照周期为 12L/12D。

1.3 实验检测及统计方法

不同生态因子的实验均采用如下检测方法：分别在实验的第 6、12、24、36、48 h 从每个培养缸中随机取出一个载玻片，放在 10×10 倍显微镜下观察，每一载玻片随机检测 10 个视野(视野半径 $r = 0.85 \text{ mm}$)，分别记录观察到的每视野果孢子的个数，取三个平行样的平均值(平均值记为 A)，以减小实验误差，使数据更加科学精准。果孢子放散量的计算公式为：果孢子放散量(个/ mm^2)= $A/3.14 \times r^2$ 。根据观察到的每视野果孢子的密度来判断果孢子放散附着的情况。

2 结果

2.1 温度对海柏果孢子放散附着的影响

图 1 所示，在温度对海柏果孢子放散附着的影响实验中，果孢子放散附着量随时间延长而增多，果孢子放散附着量增长最快的时期为 12~24 h 这一阶段，24 h 后增长缓慢，36 h 后基本保持不变。温度 10~26℃ 范围内，海柏果孢子均能放散附着，其中最适宜海柏果孢子放散附着的温度为 18℃。在最初的 6 h，放散附着量已经高达 15.8 个/ mm^2 ，在 6~24 h 内放散附着量增加近一倍，达到最大放散附着量 34.9 个/ mm^2 。而 5℃ 和 30℃ 时，由于温度过低和过高，海柏果孢子的放散附着受到低温和高温胁迫，放散附着量极低，几乎不放散附着。

2.2 光照强度对海柏果孢子放散附着的影响

图 2 所示，在相同的温度和光周期下，在 50~

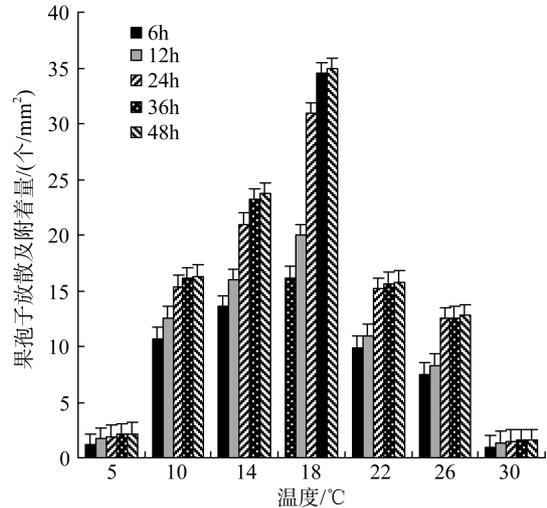


图 1 温度对海柏果孢子放散附着的影响

Fig.1 Effect of temperature on carpospores releasing and attachment of *P. polyideoides*

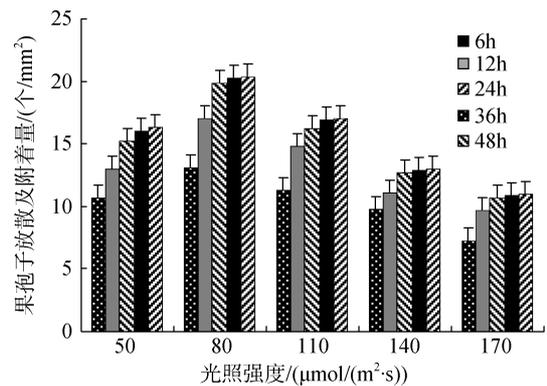


图 2 光照强度对海柏果孢子放散附着的影响

Fig.2 Effect of irradiance on carpospores releasing and attachment of *P. polyideoides*

80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 范围内，果孢子放散量随光照强度的增强而增大；在 80~170 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 范围内，果孢子放散量随光照强度的增强而减小。80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 为适宜光照强度，果孢子放散附着量最高达到 20.4 个/ mm^2 ，明显高于其他试验组。

2.3 盐度对海柏果孢子放散附着的影响

在盐度实验组中，盐度条件在 22~36 之间都利于果孢子的放散附着，且无明显差异。而盐度条件低于 22 则使果孢子放散附着受到抑制。由图 3 可见，盐度低于 8，高于 40 海柏果孢子受到了盐胁迫几乎不放散及附着。

3 讨论

在红藻果孢子放散附着的过程中温度起着决定

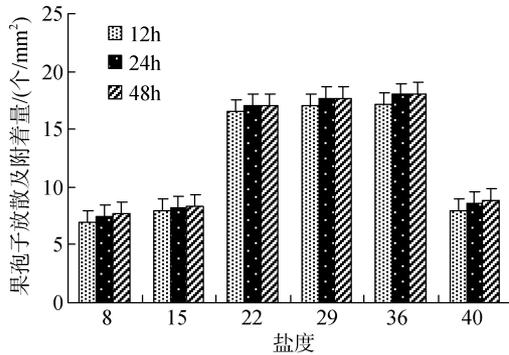


图3 盐度对海柏果孢子放散附着的影响

Fig.3 Effect of salinity on carpospores releasing and attachment of *P. polyideoides*

性因素,目前许多研究结果都证实了这一点。例如:右田清治和陈美琴等的研究都表明,20℃时条斑紫菜壳孢子的附着量最大^[5-6]。该结果与本实验得出的海柏果孢子放散附着的最佳温度为18℃的结论相近。条斑紫菜(*Porphyra yezoensis*)与海柏(*P. polyideoides*)均为北太平洋西部特有的暖温带性海藻,这也反映出果孢子放散附着所需要的条件与其分布海域的海水温度有关。作者有关亚洲蜈蚣藻的孢子发育的研究也证实了最适宜亚洲蜈蚣藻孢子发育及盘状体生长的温度为25℃,因该温度与海上海藻自然生长环境下的温度最为接近,使其适应性更强,从而藻体的孢子发育表现最佳^[7]。此外,作者的研究结果表明,温度过高或过低对亚洲蜈蚣藻的孢子发育及盘状体的生长都有明显抑制作用^[7]。有关高温胁迫机制的研究以高等植物较多,大型藻类的较少,武保环的实验证实高温会导致大型藻类的PS失活,并且会使其藻胆蛋白降解^[8]。本研究仅初步探讨了海柏果孢子受高温胁迫的影响,有关高温胁迫的机制还有待于进一步探究。

光照强度对海藻果孢子的放散附着的影响较为显著,如:隅江蒿(*Gracilaria cornea*)果孢子释放的理想光强在10~25 μmol/(m²·s)^[9];叶江蒿(*G. foliifera*)果孢子释放的理想光强在0~8 μmol/(m²·s)^[10],由于这两种江蒿均生活在温带,因此其果孢子放散所需的光照强度较弱。根据宋志民等的实验结果可知舌状蜈蚣藻(*Grateloupia livida*)果孢子的放散最适光强为120 μmol/(m²·s)^[11]。这与舌状蜈蚣藻的生长环境及分布是密切相关的,舌状蜈蚣藻是一种暖温性藻类,因此较高的光强有利于舌状蜈蚣藻果孢子的放散及附着。而本研究观察到海柏果孢子在50~170 μmol/(m²·s)范围内均能完成放散及附着,其中80 μmol/(m²·s)为

适宜光照强度,与宋志民等的研究结果相同。这是由于海柏在4~7月繁盛,夏季繁殖,因此果孢子放散及附着适宜的光照强度较大。

有报道称,海洋藻类对盐度的耐受程度很大程度上决定了其在潮间带中的生态分布^[12]。本研究表明,盐度对海柏果孢子放散及附着的影响并不显著,接近于正常海水的盐度条件下,海柏果孢子均能放散附着。但是在盐度低于8,高于40的条件下,果孢子放散附着受到极大的抑制作用。在张文健的研究中,萱藻(*Scytosiphon lomentaria*)在较低盐度(8~24)和较高盐度条件下(48~56),孢子活力以及形态极易受到很大的影响,进而造成一定的伤害,不利于附着后孢子的萌发以及幼苗的生长^[13]。他推断这是由于孢子原生质与环境之间渗透压的差别造成的。而应成琦等通过对斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*)的研究认为藻体在盐胁迫存在时其生长受到抑制的主要原因是由于盐胁迫使藻体的叶绿素a含量下降^[14]。有关盐胁迫对海柏果孢子放散及附着的影响机制还有待进一步研究。盐度在22~36之间都利于果孢子的放散附着,这与陈利雄等有关盐度对海萝(*Gloiopeltis furcata*)孢子附着、萌发和成活的影响研究所得结论相一致:盐度为23.5~36.0时海萝种藻释放的孢子能正常附着和萌发^[15]。

本研究初步得出了海柏果孢子放散附着适宜的温度、光照强度以及盐度条件。希望本研究结果能为海柏的人工养殖事业做出有益的探索,并提供一些科学数据。

参考文献:

- [1] Wang W L, Chiang Y M. Potential economic seaweeds of Hengchun peninsula, Taiwan[J]. Economic botany, 1994, 48(2): 182-189.
- [2] 曾呈奎. 21世纪中国海藻栽培事业展望. 世界科技研究与发展, 1998, 20(4): 15-17.
- [3] 夏邦美. 中国海藻志-第二卷红藻门第三册[M]. 北京: 科学出版社, 2004, 156-158.
- [4] 张雯, 王宏伟. 海柏和扇形海柏的形态观察及孢子萌发类型的比较[J]. 海洋渔业, 2012, 34(1): 83-88.
- [5] 右田清治, 张佑基. 关于紫菜属丝状体的壳孢子形成和放出的二、三个观察[J]. 国外水产, 1979(1): 52-60.
- [6] 陈美琴, 郑宝福, 任国忠. 温度对条斑紫菜壳孢子和单孢子附着的影响[J]. 海洋湖沼通报, 1985(3): 68-71.
- [7] 王宏伟, 李雅卓, 曹翠翠, 等. 亚洲蜈蚣藻(*Grateloupia*

- asiatica* Kawaguchi et Wang)孢子发育及生活史的研究[J].辽宁师范大学学报:自然科学版, 2014, 37(2): 246-250.
- [8] 武保环, 韩志国, 藏汝波.热胁迫对海洋红藻及绿藻叶绿素荧光的影响[J].暨南大学学报:自然科学版, 2002, 23(1): 108-112.
- [9] Orduna-rojas J, Robledo D. Effects of irradiance and temperature on the release and growth of carpospores from *Gracilaria cornea* J. Agardh (Gracilariales, Rhodophyta) [J]. Botanica Marina, 2005, 42(4): 315-319.
- [10] Friedlander M, Dawes C J. Studies on spore release and sporeling growth form carpospores of *Gracilaria foliifera* (Forsskal) Borgesen var. *Angustissima* (Harvey) Taylor, I. Growth responses[J]. Aquatic Botany, 1984, 19(3-4): 221-232.
- [11] 宋志民, 陈伟洲, 刘涛. 温度, 光强和盐度对舌状蜈蚣藻果孢子放散与附着的影响[J]. 海洋湖沼通报, 2013, 1: 90-96.
- [12] Perkins E J. The Biology of Estuaries and Coastal Waters[M].Academic Press, London, UK: 1974, 678.
- [13] 张文健, 宫相忠, 高伟.环境因子对萱藻(*Scytosiphon lomentaria*)孢子附着的影响[J].海洋与湖沼, 2013, (6): 1661-1666.
- [14] 应成琦, 陆建学, 么宗利, 等. 盐碱胁迫对斜生栅藻生长及光合特性的影响[J]. 海洋渔业, 2012, 33(4): 429-435.
- [15] 陈利雄, 吴进锋, 陈素文, 等.盐度对海萝孢子附着、萌发和成活的影响[J].南方水产科学, 2013, 9(1): 53-57.

Influence of temperature, light intensity and salinity on carpospores releasing and attachment of *Polyopes polyideoides* (Halymeniaceae, Rhodophyta)

DENG Lu, CAO Cui-cui, WANG Hong-wei

(School of Life Science of Liaoning Normal University Dalian 116081, China)

Received: Nov., 20, 2014

Key words: *Polyopes polyideoides*; carpospores; releasing; attachment; temperature; light intensity; salinity

Abstract: In this study, the effects of temperature, light intensity and salinity on the carpospores releasing and attachment of *Polyopes polyideoides* were studied. The results indicated that: (1) within the range of 10-26°C, *P. polyideoides* carpospores were able to complete releasing and attachment; especially, at 18°C, the peaks of releasing and attachment of *P. polyideoides* were very high and the speed was very fast; when the temperature is lower than 5°C or higher than 30°C, the carpospores releasing and attachment of *P. polyideoides* were repressed, almost no releasing and attachment. (2) The optimum light intensity for the carpospores releasing and attachment of *P. polyideoides* was 80 μmol/(m²·s). When the irradiance is too high, the releasing and attachment of *P. polyideoides* carpospores were significantly repressed. (3) Salinity conditions (22-36) are conducive to carpospores releasing and attachment and there is no significant difference within this salinity range, but when the salinity is less than 8 more than 40, as the carpospores of *P. polyideoides* was under the salt stress, almost no releasing and attachment.

(本文编辑: 康亦兼)