

文章编号: 1674 - 5566(2011)03 - 0358 - 05

海水盐度对鹿角海萝孢子生长发育及存活的影响

吴进锋, 陈利雄, 陈素文, 吕国敏

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要: 研究了海水盐度突变对鹿角海萝孢子、孢子发生体和盘状体的影响。释放于盐度为 31 的鹿角海萝孢子分别移入不同盐度海水(16、21、26、31、36、39)中进行附着及培育 30 d; 鹿角海萝孢子发生体(孢子在盐度为 31 海水中附着 24 h)和盘状体(孢子在盐度为 31 海水中附着 5 d)则分别移入不同盐度海水(10、16、31、52、57)中培育 20 d。结果表明, 鹿角海萝孢子附着、生长发育和存活的最合适盐度范围为 26 ~ 36; 孢子发生体生长最适盐度范围为 16 ~ 31, 存活合适盐度范围为 16 ~ 52; 盘状体生长的最适盐度范围为 10 ~ 31, 存活的合适盐度范围为 10 ~ 57。这些结果表明孢子不同萌发阶段对海水盐度突变的适应性不同。实验结果为鹿角海萝人工育苗及增养殖提供了参考。

研究亮点: 海水盐度是水生物生长发育和生存的主要影响因子之一, 有关盐度对鹿角海萝孢子附着及生长发育影响的文献极少。研究了海水盐度对鹿角海萝孢子附着、生长发育的影响且研究了孢子不同萌发阶段对海水盐度的适应性。为其人工育苗及增养殖提供有价值的基础资料。

关键词: 鹿角海萝孢子; 盐度; 生长发育; 存活

中图分类号: S 968.4

文献标志码: A

鹿角海萝 (*Gloiopeltis tenax*) 隶属于红藻门 (Rhodophyta)、内枝藻科 (Endocladaceae)、海萝属 (*Gloiopeltis*)^[1]。海萝属藻类俗称“赤菜”、“红菜”、“胶菜”, 可直接食用、药用, 以前在工业的应用主要是作为浆料, 20 世纪 90 年代开始被广泛应用于食品、化妆品、药品和纺织工业^[1-2]。国内外学者对其抗肿瘤功能进行了深入研究^[3-4], 以期进一步提高其经济价值。海萝属藻类中, 鹿角海萝因藻体较大、含水率低、口感好而经济价值居首位^[5]。目前, 海萝属藻类主要依靠天然采摘, 资源量少, 无法满足国内外市场需求, 日本、中国和韩国已再度重视其增养殖的研究。

海水盐度是水生物生长发育和生存的主要影响因子之一, 在对某一海水经济种类进行人工育苗和增养殖之前, 摸清其生长发育和存活合适盐度范围是很有必要的^[6-8]。鹿角海萝多生长在盐度较高的海区^[5], 在进行其人工育苗及确定

这一种类是否适合在盐度变化较剧烈海区或池塘进行增养殖之前, 有必要对其不同生长阶段的适盐范围进行研究。

日本在 20 世纪 40 年代之前就开始对海萝属藻类的生活史、繁殖、增殖等进行了研究^[9-11], 对于生态学方面的研究大多为野外调查的结果, 也初步进行了盐度对海萝、鹿角海萝孢子附着的影响研究^[12], 而关于盐度对孢子萌发及存活的影响则未见报道。近几年来, 张泽宇等研究了鹿角海萝的繁殖及室内培养^[13], 我们也对海萝及鹿角海萝的室内繁殖、孢子发育形态^[14-15]、温度及光照对其孢子附着生长发育的影响等进行了研究, 本文则研究了海水盐度对鹿角海萝孢子附着、生长发育的影响以及对已附着孢子生长的影响, 旨在为进一步开展其人工育苗及增养殖研究提供基础资料。

收稿日期: 2010-11-10 修回日期: 2010-12-16

基金项目: 广东省科技计划项目(2006B20201061); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2007TS01); 广东省海洋渔业科技推广专项(A200899E01)

作者简介: 吴进锋(1955—), 男, 研究员, 研究方向为海水养殖技术。E-mail: wu-jinfeng@163.com

通讯作者: 陈素文, E-mail: chensuwen407@163.com

1 材料与方 法

1.1 实验材料

采集产自广东省南澳县坪屿岛的野生成熟鹿角海萝作为种藻,运回广州实验室暂养 1 周,挑选出完整种藻冲洗干净并阴干 5 h 后放入天然过滤海水(水温 $16 \pm 1^\circ\text{C}$,海水盐度 31)中放散孢子。该时期形成的孢子主要为四分孢子。当放散孢子达一定浓度时,取孢子放散不久的中、上层孢子水作为实验材料。

1.2 实验方法

1.2.1 实验用水及条件

天然海水盐度为 31,采用天然海水与卤水经过滤后配成高盐度海水,天然过滤海水与经曝气 24 h 的自来水配成低盐度海水。

培养容器为底面积 $6\ 362\ \text{mm}^2$ 的 500 mL 烧杯。用光照培养箱来控制实验组的培育水温为 $16 \pm 1^\circ\text{C}$,光照强度为 4 000 lx(光周期 12 L: 12 D)。

1.2.2 实验组设计

设计若干海水盐度组,每组 3 个平行。

实验一:每个烧杯底上平放一片载玻片作为孢子附着器。每个烧杯分别装入不同盐度(16、21、26、31、36、39)的海水 400 mL,然后移入 10 mL 密度为 3 200 ind/mL 的孢子,搅拌使孢子均匀附着。连续培养观察 30 d。

实验二:设计 5 个海水盐度梯度:10、16、31、52、57。将在盐度 31 海水中已附着 24 h 和 5 d 的 2 组孢子附着器(载玻片)分别移入(附着面朝上)上述不同盐度海水中连续培养观察 20 d。

1.2.3 培育管理

实验组每 5 d 全换水 1 次,每次换相同盐度的海水,每天摇动培养水体 1~2 次。

1.3 实验观测与统计

使用显微镜作为观察仪器。为防止孢子刚开始附着不牢影响孢子密度测定,第 1 次观测推迟至实验开始 12 h 后进行,以本次测定的孢子附着密度推算附着率,实验开始的前两天每 24 h 观察孢子分裂情况及测定载玻片上孢子密度,以后以附着当天为起始日,每 5 d 结合换水观察统计孢子发生体的存活数量(10×10 倍,每视野密度)

并测量其大小。

孢子附着率为每一烧杯中附着孢子数与放入孢子数的百分比率;孢子发生体(盘状体)的存活率为存活孢子发生体与刚附着孢子数的百分比率。

不同组别之间数据的差异性比较采用统计软件 SPSS 12 中的方差分析进行 LSD 的多重比较。实验结果的所有数据均表示为平均值 \pm 标准偏差。

2 结果

2.1 海水盐度对鹿角海萝孢子附着、生长和存活的影响

鹿角海萝孢子有四分孢子和果孢子,均呈球形,其大小和发育过程相似。在盐度为 31 左右的海水中,成熟藻体放散的孢子依靠其表面的粘液物质在下沉到达基质表面后不久便完成附着,刚附着孢子平均直径为 22 μm 。海水盐度为 26~36 时,孢子附着率较高,为 68.61% 以上。海水盐度太高或太低均使附着率下降,以低盐度海水的影响最明显。海水盐度降为 16 时,附着率只有 29.09%(表 1)。低盐度海水中的孢子因海水渗透作用出现体积膨胀,颜色变淡。

在适宜海水盐度条件下,鹿角海萝孢子附着 22 h 便开始第 1 次细胞分裂,海水盐度为 31~36 时分裂速度较快,附着 48 h 已完成 1~3 次分裂的孢子约占 80% 以上;海水盐度 ≤ 21 时,孢子分裂速度明显下降,其附着 48 h 未分裂孢子占一半以上,且分裂面较模糊,发生体形状多不规则,发育至盘状体的时间约比正常盐度海水组推迟 1 d 左右。孢子附着后经过约 5 d 的分裂逐步发育成多细胞盘状体,尽管存在发育速度的差异,但经过 15 d 左右基本上可进入盘状体阶段。盘状体沿着附着基面不断扩展,这种生长直至一个多月后进入直立体形成期仍在继续,因此本实验以孢子发生体的水平增长作为生长速度指标。孢子附着培育 30 d 的盘状体直径生长速度以海水盐度为 26~36 的最快,为 1.70 $\mu\text{m}/\text{d}$ 以上,其直径增长率大于 240%;海水盐度太低或太高均使生长速度下降(表 1)。

表 1 鹿角海萝孢子在不同盐度海水中的附着、生长及存活结果

Tab. 1 The result of attachment and growth of *Gloiopeltis tenax* spores in different salinity

海水盐度	附着密度/ (ind/mm ²)	附着率/%	存活率/%	结束时盘状体直径/ μm	盘状体增长速度/ (μm/d)
16	1.46 ± 0.66 ^a	29.09 ± 13.04	23.16 ± 1.79 ^e	52.10 ± 5.66 ⁱ	1.00 ± 0.19
21	2.59 ± 1.33 ^b	51.47 ± 26.50	56.35 ± 3.80 ^f	68.41 ± 9.92 ^j	1.55 ± 0.33
26	3.45 ± 1.36 ^c	68.61 ± 26.56	69.39 ± 1.76 ^g	79.62 ± 13.21 ^k	1.91 ± 0.46
31	4.04 ± 1.31 ^d	80.25 ± 26.10	63.65 ± 0.64 ^g	74.99 ± 9.17 ^k	1.77 ± 0.31
36	3.59 ± 1.34 ^{dc}	71.45 ± 26.68	62.10 ± 3.42 ^g	71.27 ± 7.73 ^{kj}	1.64 ± 0.26
39	2.80 ± 1.09 ^b	55.61 ± 21.68	33.90 ± 8.19 ^h	68.41 ± 10.16 ^j	1.55 ± 0.34

注:标有相同字母者表示差异性不显著, $P < 0.05$ 。

海水盐度对孢子发生体存活率的影响也有类似之处,其附着发育 30 d 的存活率以 26 ~ 36 的较高,为 62.10% 以上;低盐度海水对存活率有明显的不良影响,海水盐度为 16 时存活率只有 23.16% (表 1),低盐度海水组的孢子在附着 5 d 内出现明显死亡,以后逐步趋于稳定(图 1)。

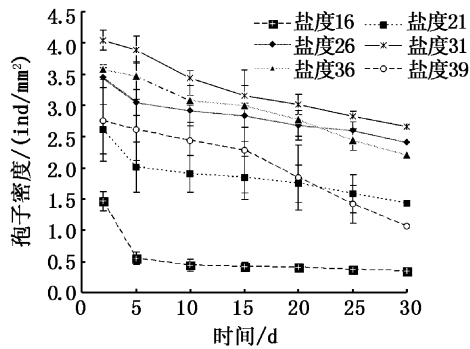


图 1 鹿角海萝附着孢子在 30d 内的密度变化
Fig. 1 The density change of attached spores of *Gloiopeltis tenax* in 30 days.

2.2 海水盐度对已在正常海水中附着后的孢子的影响

鹿角海萝孢子在盐度为 31 海水中附着 24 h (附着孢子大多完成 1 ~ 3 次分裂)再移入不同盐度海水中进行培育,不同盐度组孢子起始附着密度没有显著性差异,经 20 d 的培育,盐度为 10 和 57 的盘状体存活率明显比处于正常盐度海水的低,盐度为 16 ~ 52 的组之间,盘状体的存活率没有显著性差异;盐度为 16 的组,盘状体的生长与正常盐度海水组的没有显著性差异,其它盐度组的则明显比正常盐度海水组的生长慢(表 2)。孢子在正常海水附着 5 d 后(附着孢子大部分发育至盘状体),再移入不同盐度海水中进行培育,不同盐度组起始的盘状体密度没有显著性差异,经 20 d 的培育,不同盐度组之间的盘状体存活率也没有显著性差异;盐度为 52 ~ 57 的组,盘状体的生长比盐度为 10 ~ 31 组的生长慢(表 3)。

表 2 不同盐度海水对已附着 24 h 鹿角海萝孢子存活及生长的影响

Tab. 2 The effect of salinity on growth and survival of *Gloiopeltis tenax* spores attached for 24 hours

海水盐度	起始密度/ (ind/mm ²)	存活率/%	结束时盘状体直径/μm	盘状体增长速度/ (μm/d)
10	3.11 ± 0.695 ^a	48.69 ± 14.40 ^{bd}	37.54 ± 7.03 ^f	0.73 ± 0.35
16	3.05 ± 1.21 ^a	63.44 ± 8.99 ^{bc}	47.31 ± 6.96 ^g	1.22 ± 0.35
31	3.21 ± 0.98 ^a	76.71 ± 8.85 ^c	51.05 ± 6.32 ^g	1.40 ± 0.32
52	3.24 ± 1.04 ^a	67.48 ± 8.30 ^c	35.62 ± 4.31 ^f	0.63 ± 0.22
57	2.94 ± 1.20 ^a	31.88 ± 6.41 ^d	33.94 ± 5.21 ^f	0.55 ± 0.26

注:标有相同字母者表示差异性不显著, $P < 0.05$ 。

表 3 鹿角海萝孢子附着 5 d 后在不同盐度海水的存活及生长情况

Tab. 3 The effect of different salinity on growth and survival of *Gloiopeltis tenax* spores attached for 5 days.

海水盐度	起始密度/ (ind/mm ²)	存活率/%	起始直径/μm	终止直径/μm	直径增长速度/ (μm/d)
10	6.98 ± 5.86 ^a	66.69 ± 23.82 ^b	26.64 ± 2.71 ^c	47.13 ± 4.92 ^d	1.02 ± 0.08
16	6.20 ± 4.60 ^a	70.30 ± 17.14 ^b	25.92 ± 3.33 ^c	50.97 ± 8.93 ^d	1.25 ± 0.04
31	6.86 ± 2.82 ^a	77.81 ± 17.04 ^b	26.97 ± 4.59 ^c	50.65 ± 9.03 ^d	1.18 ± 0.35
52	7.33 ± 1.30 ^a	70.09 ± 16.92 ^b	27.63 ± 3.00 ^c	39.40 ± 7.30 ^e	0.59 ± 0.26
57	5.01 ± 3.80 ^a	63.91 ± 1.55 ^b	28.59 ± 5.64 ^c	39.08 ± 5.53 ^e	0.68 ± 0.11

注:标有相同字母者表示差异性不显著, $P < 0.05$ 。

3 讨论

实验结果表明,鹿角海萝孢子在海水盐度为 26~36 时附着率和成活率较高,附着孢子初期发育较好,海水盐度太低或太高不但使孢子附着能力下降,影响到其附着率,也使孢子附着后的存活率及孢子分裂萌发受影响,尤其海水盐度 ≤ 21 时对其影响最明显,可导致孢子附着能力严重丧失或附着后不久便出现大量褪色死亡,存活附着孢子的分裂速度受到抑制而明显减缓。图 1 表明,低比重海水对附着孢子存活的影响以附着 5 天内最明显。孢子在适宜盐度(31 左右)海水中附着并完成第 1 次分裂以后再移入不同盐度海水中,即使在较低或较高盐度海水中仍可获得较高成活率,表明附着孢子完成第 1 次分裂后对海水盐度的适应能力有所提高,尤其当附着孢子发育至盘状体以后,其对海水盐度的适应能力显著提高,盐度为 57 对其存活都没有影响。可以认为,盘状体形成前(附着约 5 d)为影响附着孢子存活的敏感期。

须藤俊造^[12]报道在盐度为 34 时鹿角海萝的附着率最高,本实验结果(海水盐度 31~36)与其基本一致。吴进锋等^[5]对广东沿海海萝属藻类分布调查时认为,其自然分布区的海水月平均表层盐度一般为 20 以上,本实验结果与其并不矛盾。因为月平均表层盐度为 20 以上的海区,在鹿角海萝繁殖季节内的海水盐度应在孢子附着及存活的适宜范围内。广东沿海鹿角海萝的生殖器官形成于 1~4 月,该时期大体上处于枯水期,为全年海水盐度最高季节。广东沿海的雨季主要集中在 5~6 月和 8~9 月。在雨季到来时,自然海区的鹿角海萝已完成孢子放散及附着过程,并基本上发育至盘状体形成期以后,其孢子发生体对海水盐度的适应性已显著提高,海水盐度的剧烈变化对其发生体(盘状体)的顺利度夏已不构成大的威胁。

实验结果表明,当鹿角海萝附着孢子大部分发育至盘状体以后再移入不同盐度海水中,即使海水盐度只有 10,其盘状体的生长也没受到影响,而海水盐度达到 52 时对其盘状体生长有影

响,这说明低盐度海水没有高盐度海水对其盘状体生长影响大。

参考文献:

- [1] 夏邦美. 中国海藻志:第 2 卷,红藻门,第 3 册,隐丝藻目[M]. 北京:科学出版社,2004:50-53.
- [2] 九万田一巳,小松光男,新村巖,ら. 鹿児島県水産技術のあゆみ[M]. 鹿児島県水産技術者 OB なぎさ会,2000:423-426.
- [3] REN D L, WANG J Z, NODA H, et al. The effects of an algal polysaccharide from *Gloiopeltis tenax* on transplantable tumors and immune activities in mice. [J]. *Planta-Med*, 1995, 61(2):120-125
- [4] 余杰,许肇成,颜璐璐,等. 海萝多糖抗突变与抗肿瘤作用的研究[J]. 汕头大学学报:自然科学版,2007,22(2):59-63.
- [5] 吴进锋,陈素文,陈利雄,等. 广东沿海海萝属藻类生态与分布调查[J]. 南方水产,2007,3(5):7-13.
- [6] 霍元子,徐姗姗,张建恒,等. 真江湾杭州湾海域栽培试验及生态因子对藻体生长的影响[J]. 海洋科学,2010,34(8):23-28.
- [7] 朱清华,张学成,王连胜,等. 温度、盐度和 pH 对冈村枝管藻中性孢子附着及生长发育的影响[J]. 中国海洋大学学报,2007,37(4):615-640.
- [8] 史海东,毛国民,王海岳. 温度和盐度对横带髯鲷胚胎发育的影响[J]. 上海水产大学学报,2004,13(3):230-234.
- [9] 猪野俊平. 海藻の發生[M]. 日本:笠井出版印刷社,1947:139-144.
- [10] 須藤俊造. フノリの養殖[M]//末廣恭雄,大島泰雄,榎山義夫,水産學集成. 日本:東京大學出版會,1957:819-828.
- [11] 須藤俊造. フノリの paraspore に就いて(海藻孢子附けの研究 第三報)[J]. 日本水産学会誌,1948,14(2):87-89.
- [12] 須藤俊造. フノリの胞子の放出,浮游及び着生(海藻の胞子附けの研究 第四報)[J]. 日本水産学会誌,1948,14(4):184-188.
- [13] 张泽宇,韩余香,李献刚,等. 鹿角海萝的繁殖生物学及室内培养的研究[J]. 大连水产学院学报,2009,24(1):1-7.
- [14] 陈素文,吴进锋,陈利雄,等. 2 种海萝室内培养成熟及孢子放散附着的初步研究[J]. 南方水产,2008,4(2):1-5.
- [15] 吴进锋,陈素文,陈利雄. 鹿角海萝孢子萌发过程不同发育阶段的形态[J]. 南方水产,2009,5(5):15-18.

The effect of salinity on development and survival of *Gloiopeltis tenax* spore

WU Jin-feng , CHEN Li-xiong, CHEN Su-wen , LÜ Guo-min

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, Guangdong, China)

Abstract: The experiment was conducted to study the influence of salinity change on spores, germinating spores and discs of *Gloiopeltis tenax*. *Gloiopeltis tenax* spores released at salinity 31 were incubated in six salinity gradients(16,21,26,31,36,39)for 30d respectively. The germinating spores (which were *Gloiopeltis tenax* spores that have adhered at salinity 31 for one day) and the discs (which were *Gloiopeltis tenax* spores that have adhered and been incubated at salinity 31 for five days) were put into five salinity gradients(10,16,31,52,57) to culture for 20d respectively. The result was following. Optimum salinity of attachment, development and survival for *Gloiopeltis tenax* spores was recorded at 26 – 36. For the germinating spores of *Gloiopeltis tenax*, optimum salinity range of development was recorded at 16 – 31 while appropriate salinity range of survival was recorded at 16 – 52. For the discs of *Gloiopeltis tenax*, optimum salinity range of development was recorded at 10 – 31 while appropriate salinity range of survival was recorded at 10 – 57. The experiment result showed different development stage of *Gloiopeltis tenax* spores had different adaptability to the salinity change. Results presented in this study were expected to assist the progress of artificial seeding and propagation of *Gloiopeltis tenax*.

Key words: *Gloiopeltis tenax* spore; salinity; development; survival