

基于有性繁殖的鼠尾藻规模化繁育试验

孙修涛¹ 王飞久¹ 汪文俊¹ 江洪涛²
王义民² 汤庭耀² 李生尧³

(¹农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室,中国水产科学研究院黄海水产研究所,青岛 266071)

(²威海西港水产有限公司,264200)

(³浙江省洞头县水产科学技术研究所,325700)

摘 要 2007~2009 年间,先后在威海小石岛开展了两次鼠尾藻的规模化人工育苗试验,在威海周边和青岛开发区海域进行了 3 次保苗实验。两年育苗的试验规模均为 10 个育苗池(规格一致,均为 2 m×5 m)和部分备用池。所用种菜主要在威海附近的多个海域采集,其中以小石岛采集的种菜最为理想。通过 6 种常见附着基的对比试验,附着基以竹帘附苗密度最高,操作方便和附苗量结合理想的附着基是织带帘。平面基质上的附苗密度最大,达到 30 株/cm²。2007 年出幼苗 750.7 万株,平均苗长 3.5 mm;2008 年出幼苗 3 015.42 万株,平均苗长 3.2 mm。本试验发现,鼠尾藻幼苗早期发育中,幼苗附苗较均匀,但生长到 4 mm 后,幼苗有大面积脱落的现象,随着日后的生长,苗种密度也逐渐下降,到 10 mm 时密度降低到 0.2~1.0 株/cm²。

关键词 鼠尾藻 人工育苗 幼苗发育 附着基

中图分类号 S931.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)03-0084-08

Large scale breeding of *Sargassum thunbergii* based on sexual reproduction

SUN Xiu-tao¹ WANG Fei-jiu¹ WANG Wen-jun¹ JIANG Hong-tao²
WANG Yi-min² TANG Ting-yao² LI Sheng-yao³

(¹Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(²Weihai Xigang Aquatic Products Limited Company, 264200)

(³Dongtou Fisheries Science & Technology Research Institute, 325700)

ABSTRACT Two trials for *Sargassum thunbergii* seedling production and three times seedling nursery were conducted between 2007 and 2009 in Xiaoshidao of Weihai and Xuejiadao of Qingdao in Shandong Province. About 10 concrete ponds were employed as seedling production facilities, each with 2×5 m². Parent strains were collected from different sites in Weihai, and it was proved that the local strain in Xiaoshidao was better for seedling production than the other *S. thunbergii* collected. Six types adherences substratum were used for seedling adherence, and it was indicated that bamboo curtain was the most efficient one, which yielded over 30 ind./cm² of seedling densities. The total yielded seedling was 7,507,000 individuals in 2007, with average of 3.5 mm in length; while in 2008, it was 30,154,200 individuals with 3.2 mm in length.

国家“863”项目(编号:2006AA10A416)资助

收稿日期:2009-12-30;接受日期:2010-01-09

作者简介:孙修涛(1962-),男,副研究员,主要从事藻类育种和养殖技术研究。E-mail: sunxt@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85838673

Early developmental observation showed that *S. thunbergii* seedlings owned higher survival rate and went through the normal development, but seedlings may be detached from the substrate when reached to 4 mm in length. The seedling density decreased to 0.2~1.0 ind./cm² when the seedling length reached to 10 mm.

KEY WORDS *Sargassum thunbergii* Artificial breeding Seedling development Adherence

鼠尾藻具有许多潜在价值和应用领域:如提取凝集素和抗细菌、真菌的活性物质;含有可促进免疫的多糖类可用于代血浆;生产经济价值较大的甘露醇、碘等化工原料;作为食品抗氧化天然添加剂以及中药药材等等(郑怡等 1994;张尔贤等 1995;严小军等 1996;师然新等 1997;魏玉西等 2002;韩晓弟等 2005)。

自20世纪90年代中后期以来,随着我国北方刺参养殖的不断发展,鼠尾藻作为刺参优质饵料(或添加剂)的需求量急剧增长,逐步发展成为一个初具规模的产业。鼠尾藻干粉长期作为海参育苗和养殖的必需饵料成分,尤其是其藻胶含量不高,使得在人工育苗和成参养殖中投喂鲜藻不会污染水质(邹吉新等 2005)。但目前市场需要的鼠尾藻几乎完全依赖野生资源的采集,资源量难以满足市场需要,过度采集自然资源还会造成难以恢复的生态问题,因此迫切需要进行人工繁育的养殖。

近年来,国内许多单位开展了鼠尾藻的繁殖机理研究(王飞久等 2006;孙修涛等 2006、2007;詹冬梅等 2006;潘金华等 2007),以及育苗技术和养殖技术的探索(邹吉新等 2005;李美真等 2009)。繁殖方式由最初的营养繁殖方式为主的鼠尾藻养殖实验,进一步发展为以有性繁殖为基础的全人工育苗和养殖试验。

开展鼠尾藻人工繁育并向养殖单位提供优质种苗,须切实解决好人工苗种的规模化生产问题。为此,作者在鼠尾藻有性繁殖研究的基础上(王飞久等 2006;孙修涛等 2006、2007),于2007~2009年在威海西港水产有限公司育苗场进行了两次鼠尾藻人工育苗的规模化生产试验,在青岛开发区的顾家岛海区开展了保苗实验。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 鼠尾藻种菜选择

试验用鼠尾藻种菜是于当年7月份采自威海西港公司所属的小石岛海参增殖区潮间带礁石区,2007年使用了部分刘公岛种菜,其余全部使用小石岛本地种菜。种菜采集的标准是生殖托发育饱满、色泽变浅为黄褐色,最理想的采集时机是个别藻株生殖托上已有放散的卵子。

1.1.2 附着基及预处理

为了验证鼠尾藻对各种附着基的附着特性,本试验共采用了竹帘、棕帘、维尼纶环氧树脂帘(玻璃钢帘)、耐火砖、水泥凳、织带帘6种材料做附着基,各种附着基的数量、规格和有效附苗面积见表1。附着基在使用前应经过12h以上的海(淡)水浸泡,水泥凳、耐火砖和玻璃钢维尼纶绳需经长时间淡水浸泡,必要时用淡水蒸煮去除毒素和有害物质。

表1 鼠尾藻人工育苗附着基规格与数量

Table 1 Size and number of adherences used for artificial breeding of *S. thunbergii*

附着基 Adherence	2007			2008		
	数量(个) Quantity	规格(cm) Scale	面积或长度 Area or length	数量(个) Quantity	规格(cm) Scale	面积或长度 Area or length
竹帘 Bamboo curtain	25	4种	346 000 cm ²	40	190×80	608 000 cm ²
棕帘 Coir rope	35	100×40	132 000 cm	45	100×40	234 000 cm
玻璃钢维尼纶帘 Vinylon with epoxy resin	14	100×40	42 000 cm	—	—	—
耐火砖 Firebrick	18	23×11.5×6.5	4 500 cm ²	—	—	—
水泥凳 Cement stool	76	22×15×15	25 080 cm ²	80	22×15×15	26 400 cm ²
织带帘 TAPS	—	—	—	24	200×40(16股)	76 800×2 cm ²

1.2 方法

1.2.1 种菜准备

采集好的种菜经过清洗、清理敌害生物和附着生物,并根据是否挂卵或生殖托成熟情况做适当的阴干催产处理。

1.2.2 采苗池准备

水泥池先经过常规的洗刷消毒处理和晾干后,在长方形水泥池上部池缘下方 30cm 的位置用适当长度的木材做横梁,加木楔紧固在池两侧的墙壁上(本法只是临时性改变池子用途;对于专用的池子可以采取更有效的固定措施),数条横梁均匀分布,靠近水泥池两端的横梁尽量贴近端壁。横梁架设完毕后,用 $\phi 15\sim 20$ mm 尼龙绳或其他塑料绳索在横梁上按一定间距(依据附着基的大小,大约在 20cm 间距)纵向铺设并与木质横梁相交缠绕,每根绳索两端拉直固定到端梁上,编织成采苗网床。铺设完毕后水泥池注水,池满后调小水量,使其自然溢出,保持每日换水量在 1~2 倍。

1.2.3 苗床准备

将各种轻质附着基如竹帘、棕帘和玻璃钢帘都分别平铺于准备好的网床上,将注水管口探入池底附近,促使形成缓慢上升的水流。耐火砖和水泥凳则摆放在没有网床的普通池底,静水环境,每日酌情换水,保持 1/3 至半池深度。准备好后,将备好的种菜均匀散布于苗床之上,等待采苗。

1.2.4 光照和水温

野生鼠尾藻适应于潮间带生境,比较适应较强光照甚至干露于空气中。在试验中挑选顶棚透光率较高的车间,如果还不够就把车间顶部揭去 $\frac{1}{2}$ 左右的玻璃钢瓦,光照增强到 5 000~13 000 lx。车间适当去掉顶棚加上四周窗户敞开,有利于空气流动,避免室内温度过高。水温主要借助于流水保持相对稳定,不使其大起大落即可,天热的时候就适当加大流量,试验全程温度维持在 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内。

2 结果

2.1 鼠尾藻种菜成熟规律和地域差别的观察

实验过程中观察到鼠尾藻种菜的成熟时间在不同的海区差别较大。作者于 2007 年 7~9 月份曾经先后沿威海市的海岸线在多个地点采集鼠尾藻种菜,如:小石岛、刘公岛、徕岛、高绿、荣成南部海区(寻山)等地。小石岛周边鼠尾藻分布见图 1。表 2 为威海和青岛多个地方种菜的比较。

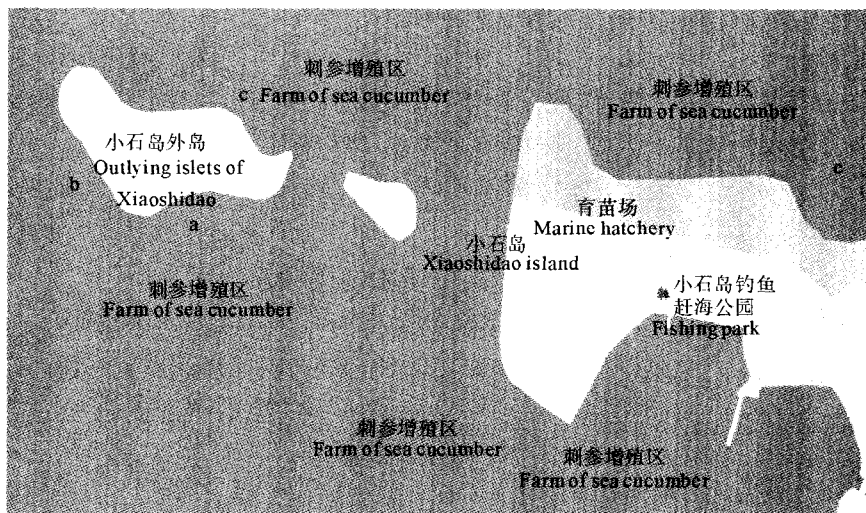


图 1 小石岛海滨

Fig. 1 Map of Xiaoshidao shore

小石岛最早一批成熟的鼠尾藻出现在 7 月上旬,位于外岛东南侧(图 1 中的 a 区)的一片稍微平坦的岩石海滩,除了鼠尾藻,该处有大量石莼 *Ulva lactuca* L. 和少量大叶藻 *Zostera marina* L. 以及多种小型红藻分布。在潮下带还有丰富的野生海带丛生。该处鼠尾藻分布密度高,生物量大,成熟和放散的同步性极高。小石岛 c 区东端靠近外岛的海水中有几个孤立在水中的中型礁石,只有大汛潮才能露出水面,上面的鼠尾藻成熟较晚,可比 a 区的晚 1~2 个大汛潮。小石岛主岛北面海滨是威海市区海水浴场的西邻,鼠尾藻资源相对分散,成熟期一般在 7 月底前后。

表 2 多个栖息地鼠尾藻种菜的比较

Table 2 Comparison of ripe *S. thunbergii* from multiple habitats

采集地 Location	成熟期 Maturation phase	色泽 Color	分布 Distribution	长度 Length(cm)	地貌 Physiognomy	垂直分布 Vertical distribution	同步性 Synchronism	
小石岛外岛 Outlying islets of Xiaoshidao	a	7 月中上旬 Early July	浅褐色 Sandy beige	密集,大量 Rich, mass	35~55	平缓,礁石 Flat, rock	潮间带中下部 Lower part of intertidal zone	同步 Synchronous
	b	陡峭深水区,极少鼠尾藻分布 Steep deep water area with little <i>S. thunbergii</i> distribution						
	c	8 月中上旬 Early August	褐色 Brown	集中,少量 Centralized, less	30~45	陡峭,礁石 Cilly, rock	潮间带下部 Under part of intertidal zone	同步 Synchronous
小石岛北侧(e) North of Xiaoshidao(e)	8 月份 August	中褐~深褐 Mid~deep brown	散布,中量 Scatter, medium	20~35	平缓,礁石 Flat, rock	潮间带中下部 Lower part of intertidal zone	不同步 Out of sync	
刘公岛南侧 South of Liugongdao	7 月中下旬 Late July	褐色 Brown	散布,中量 Scatter, medium	—	平缓,乱石 Flat, cobble	潮间带 Intertidal zone	较同步 Better sync	
荣成俚岛 Lidao, Rongcheng	—	铁灰色 Iron grey	较集中,中量 Centralized, medium	35~45	平缓,乱石 Flat, cobble	潮间带中下部 Lower part of intertidal zone	—	
荣成高绿 Gaolv, Rongcheng	—	深褐色 Deep brown	较分散,中量 Scatter, medium	40~60	平缓,沙石 Flat, gravel	潮间带潮下带 Intertidal and subtidal zone	—	
荣成寻山 Xunshan, Rongcheng	7 月中旬~8 月中旬 Mid July-Mid August	中褐色 Mid brown	—	30~45	—	潮间带 Intertidal zone	较同步 Better sync	
青岛太平角 Taipingjiao, Qingdao	7 月中旬~8 月上旬 Mid July-early August	中褐色 Mid brown	散布,少量 Scatter, less	15~60	起伏大,礁石 High-relief, rock	潮间带中下部 Lower part of intertidal zone	不同步 Out of sync	

2.2 采苗及苗期管理

成熟良好的种菜 1 d 或 3 d 内在低倍镜下应该可见到附着基表面上有大量黄褐色的受精卵比较均匀地散布,因为受精卵较大($\phi 155 \mu\text{m}$)(王飞久等 2006),浅色的附着基(如竹帘)肉眼即可辨识。受精卵附着 24h 后可经受轻微水流的冲击,但最好是保持 2~3 d 后再把种菜移开。在采苗过程中,经常对种菜翻动加抖动可加快受精卵脱落并使之分布均匀。移出种菜后,应再保持 1~2 d 相对静养,就可清洗小苗,去除附着基上杂物并预防杂藻附着。苗期管理遵循控温、换水、勤清洗 3 个原则。

2.3 鼠尾藻幼苗形态

卵子自种菜生殖托放散出来,首先黏附于生殖托表面上等待受精,受精后脱落并自然下沉,随机散布于附着基以及任意承接面上,后开始细胞分裂并逐步分裂分化而成的,受精卵在黏附于附着基上数日后即不再轻易被水流冲洗掉,萌发过程前已有报道,不再赘述。早期幼苗色泽为淡淡的黄褐色(图 2a),开始萌发的受精卵外观出现棱角,不再是原来的卵圆形,个体差异也明显。

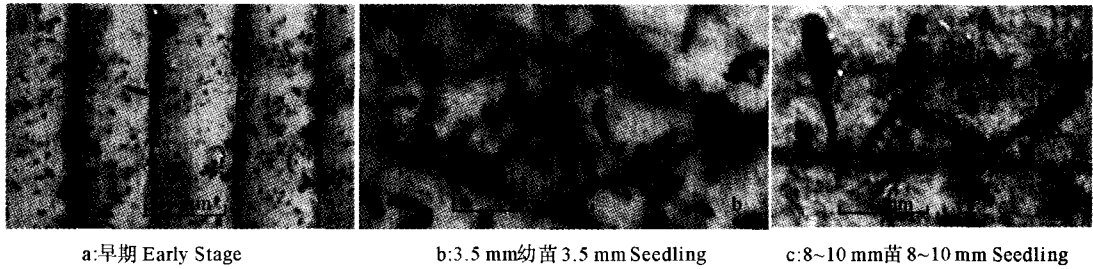


图 2 附着基上的鼠尾藻幼苗

Fig. 2 Growth of *S. thunbergii* seedlings on the adherence

受精卵附着后 14 d 左右即可看到直立的小苗。30 d 后达到 2~2.5 mm 并有叶片分化,色泽逐步加深。45 d 后幼苗达到 3~3.5 mm 高,叶片分化明显,多数具 1~3 个叶状分支(图 2b),色泽变为深褐色,有的单叶片直立,有的已经分生出多个叶片,基部直径未见明显增大。两次育苗都发现在 3~4 mm 高后会出现掉苗现象,密度下降,有时较严重。图 2c 是幼苗达到 8~10 mm 时的情况,密度已明显降低。

2.4 出苗率及苗期密度变化

不同附着基对鼠尾藻幼苗的附着有所不同。经比较,竹帘、棕帘、玻璃钢维尼纶帘、水泥凳、耐火砖等附着基上均可育出幼苗;其中以竹帘附苗效果最好,附苗量大且均匀整齐。2008 年新增的织带苗帘比较接近竹帘的附苗密度。实测出苗情况如表 3 所示。

表 3 鼠尾藻人工育苗幼苗出苗情况

Table 3 Yield of artificial early seedling of *S. thunbergii*

附着基 Adherence	2007			2008		
	出苗量(万株) Yield (1×10^4)	密度(ind./cm ²) Density	苗高(mm) Height	出苗量(万株) Yield (1×10^4)	密度(ind./cm ²) Density	苗高(mm) Height
竹帘 Bamboo curtain	541.7	15.7	3.8	1 884.8	31	3.3
棕帘 Coir rope	145.6	8.0	3.7	795.6	34	3.1
玻璃钢维尼纶帘 Vinylon with epoxy	25.2	6.0	3.7	—	—	—
耐火砖 Firebrick	8.1	18.0	3.2	—	—	—
水泥凳 Cement stool	30.1	12.0	3.1	73.92	28	3.2
织带帘 Mesh belt	—	—	—	261.1	17	3.1
合计/平均 Total/Average	750.7		3.5	3 015.42		3.2

鼠尾藻幼苗密度最高可以达到 30 株/cm²,该密度主要受到单位面积种菜用量和种菜质量所决定,对于维尼纶附苗器等间隙较大的附着基,附苗相当困难,作者认为主要是鼠尾藻卵子不能游动,随波逐流并逐渐下沉。因此,有效面积大是鼠尾藻育苗生产中选择附着基的重要参考。

图 3 表明 2007 年采用的 5 种附着基和 2008 年新增的织带苗帘上鼠尾藻苗种密度的变化情况,可以看出,初期幼苗密度保持稳定,30d 以后递减明显,有些种类的附着基到 2~3 个月的时候下降到零或者零星分布。起始密度的差别主要体现在附苗器有效面积的差别上,对于间隙很大的维尼纶帘和棕绳帘,附苗密度明显低于其他面型附苗器。苗种密度的降低普遍发生于室内培养和海上暂养,大约 60 d 以后,织带帘的苗种密度也会低于 1 株/cm²。

2.5 海上幼苗培育

幼苗出库后需要及时安排在水流适中、水质较清的海区暂养保苗。本次试验中,2007~2008 年全部于采

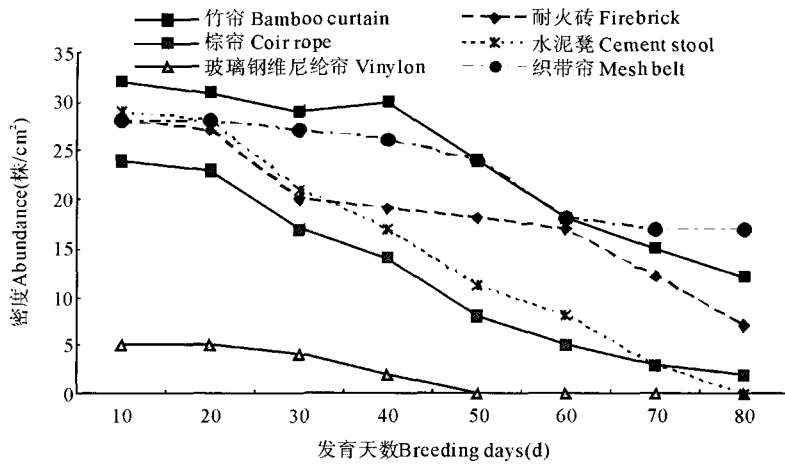


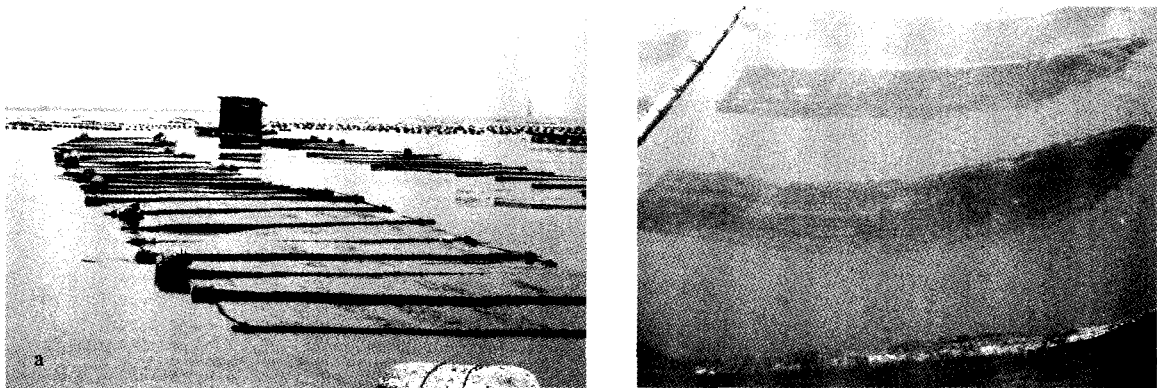
图 3 附着基上鼠尾藻种苗密度的变化

Fig. 3 Variation of adhesive densities of *S. thunbergii* seedlings on the substratum

苗 60~70 d 间在威海市周边海域保苗, 后来效果不好, 发生大面积掉苗现象, 其他几种附着基也没成功, 保苗失败。2009 年提前出库保苗, 效果较好。

保苗方法如图 4 所示。以苗帘的长度加上系绳的总长度为间隔, 排列若干直径 5~12 cm 的竹竿。竹竿长度根据以 13~16 倍苗帘宽为宜, 并在两端用浮绳绑缚(图 4a)。苗帘四角用细绳系于两端竹竿上, 两两相隔 1 个苗帘宽及以上(图 4b), 6 个苗帘为一排, 通过浮绳串联拉紧固定。浮绳及竹竿上酌情绑缚塑料泡沫等增加浮力的材料, 使苗帘浮在水面表层。

保苗期间还采取了冲洗苗帘等管理措施, 避免或减轻杂藻和敌害附着。



a: 保苗 Seedling nursery

b: 苗帘近观 Close look of bamboo curtain

图 4 鼠尾藻海上保苗

Fig. 4 Seedling nursery *S. thunbergii* on the sea

3 讨论

3.1 鼠尾藻种菜性成熟和卵子放散的不同步性

鼠尾藻的性成熟具有极大的不同步性。鼠尾藻成熟情况受到温度的影响(王飞久等 2006), 实际上, 鼠尾藻的性成熟还受到所处环境的极大促进或制约, 虽然在很大程度上可以归因于温度, 却也不能排除其他环境因子——特别是光照和干露等的影响。根据几年来的观察, 不同地域的鼠尾藻成熟期相差较大, 即使同一海域的不同地形、不同方位、不同潮位, 成熟期也不尽相同, 但同一局部点位的鼠尾藻则相对同步。基本规律是: 光照

较好、水流较缓的海岸带的较为早熟,但同一地域或海湾的潮下带鼠尾藻成熟最早,也最同步;潮间带上位干露时间长,成熟放散反而晚,离散性也较大;水流通畅的岛礁或者水温较低的海区成熟最晚。

俚岛和高绿等半岛东端的沿海凸出于黄海,水流通畅、水温较低而且回升缓慢,历来是海带的理想养殖区,鼠尾藻的成熟相对较晚,8月中旬依然没有看到明显成熟的藻株。寻山位于荣成南部,鼠尾藻成熟早于东部沿海,晚于小石岛外岛东南侧。成熟及放散早的约出现在7月中旬,晚的可到9月上旬。威海小石岛鼠尾藻种菜成熟最早的,也是最占主流的当属岛子南侧潮间带的平缓海滩,一般在7月中旬即放散完毕,这与青岛太平角海域潮下带的基本同期,早于威海刘公岛的鼠尾藻,更早于荣成东海岸如俚岛、高绿等地。

鼠尾藻性成熟不同步现象还普遍存在于同一藻株枝条的前半段与后半段不同步,一般表现为顶端可能会率先成熟放散,后半段经过14~21 d后才成熟;同一藻株的同一生殖托也会出现前半段与后半段不同步现象,也是末梢部分先成熟放散,7~14 d左右,后半段再成熟。两种现象多出现在潮间带高位环境中。这种情况普遍发生于中晚期成熟的种菜,而较少见于早期成熟种菜。放散卵子会黏附于生殖托表面长达24~30h,然后回散落在水体中并自然缓慢下沉,择基附着。主枝条会在卵子放散完毕后7 d左右溃烂掉。

成熟良好的鼠尾藻颜色变浅,常常为黄褐色。某些地域的种菜具有非常规的色泽,比如俚岛的大都呈现铁灰色泽(附近有渔船修理厂),原因不明。

3.2 多种附着基的采苗效果

各种附着基附苗效果有很大差异,前期采苗量完全取决于苗帘的水平可利用面积比,这是因为鼠尾藻的受精卵不具有主动游泳能力,基本上依靠重力下沉并受水流的影响,这样在相对静水中,只有向上的表面才能够有卵落下。因此,就所试验的几种附着基,竹帘的苗量最大。其次是织带帘,棕帘效果一般,环氧树脂固化的维尼纶帘效果最差。对于面型附着基,如水泥凳、石块、耐火砖等,附苗密度完全取决于种菜所释放的卵子数量和密度。

3.3 鼠尾藻苗种培育过程中的掉苗与保苗

本试验观察中,鼠尾藻受精卵的附着没有明显的选择性,这种特性成为导致鼠尾藻幼苗3~5 mm高以后掉苗较严重的原因之一,附着基间的差异也表现出来。掉苗现象的另两个重要原因是附着基预处理和苗期管理。掉苗现象在鼠尾藻人工育苗实验中成为一个带有普遍性的现象。鼠尾藻采苗后至3 mm内期间,幼苗发育齐整、分布均匀,外观健康苗壮。但到了3.5 mm以后,幼苗逐渐出现结合不牢并脱落现象,有时会出现成片掉苗病状。附着基间是有差别的,有的基本掉光了。解决的办法一个要有针对性地开发适宜的附着基,包括附着基的预处理,既要便于采苗,提高种菜利用率,又要提高幼苗存活率和养殖存活率,还要兼顾管理上的方便。综合各方面因素来看,织带做成的苗帘具有一定的优势,主要表现在:(1) 卵子利用率较高,仅次于竹帘等材料;(2) 本身柔软,方便管理和运输,不易伤及小苗;(3) 海上养殖可以直接展开使用,可以避开鼠尾藻枝条移植后不能固着的局限性。

鼠尾藻幼苗长到2 mm左右就应该下海暂养,有的地方采完苗后不久就下海暂养。暂养的时间尚待完善和明确,下海过晚可能会遇上室内培育条件不良,苗种损失较大等情况。暂养的海域选择很重要,水流通畅、水质清新、水温较低、敌害较少等都是考虑因素。暂养期间一般是采用苗帘整体平挂的方式(图4)。海上暂养期间,应加强管理,尤其要预防杂藻附着。

通过试验,基本实现了鼠尾藻全人工育苗的中试,但仍然存在一些问题,需要在前期采苗及幼苗的管理,特别是过度到海上养殖,如何减轻种苗的损失等方面,进行深入探索和完善。

参 考 文 献

- 王飞久,孙修涛,李 峰. 2006. 鼠尾藻的有性繁殖过程和幼苗培育技术研究. 海洋水产研究, 27(5):1~6
孙修涛,王飞久,刘桂珍. 2006. 鼠尾藻新生枝条的室内培养及条件优化. 海洋水产研究, 27(5):7~12

孙修涛,王飞久,张立敬,王希明,李 峰,刘桂珍,刘 勇. 2007. 鼠尾藻生殖托和气囊的形态结构观察. 海洋水产研究,28(3):125~131

师然新,徐祖洪. 1997. 青岛沿海 9 种海藻的类脂及酚类抗菌活性的研究. 中国海洋药物, 4:16~194

李伟新,朱仲嘉,刘凤贤. 1982. 海藻学概论. 上海:上海科学技术出版社,117,123,169

李美真,丁 刚,詹冬梅,于 波,刘 玮,吴海一. 2009. 北海海区鼠尾藻大规格苗种提前育成技术. 渔业科学进展,30(5):75~84

张尔贤,俞丽君,肖 湘. 1995. 多糖类物质对 O₂⁻ 和 OH⁻ 的清除作用. 中国生化药物杂志,16(1): 9~11

邹吉新,李源强,刘雨新,张庭卫,王义民. 2005. 鼠尾藻的生物学特性及筏式养殖技术研究. 齐鲁渔业,22(3):25~29

郑 怡,陈灼华. 1993. 鼠尾藻生长和生殖季节的研究. 福建师范大学学报(自然科学版),9(1):81~85

郑 怡. 1994. 福建部分海藻凝集素的监测. 福建师范大学学报(自然科学版),10(1):101~105

逢少军,费修缙,肖 天,王继成. 2000. 羊栖菜生殖托的离体培养的初步研究. 海洋科学,24(3):1~3

韩晓弟,李岚萍. 2005. 鼠尾藻特征特性与利用. 特种经济动植物, 1: 27

詹冬梅,李美真,丁 刚,宋爱环,于 波,黄礼娟. 2006. 鼠尾藻有性繁育及人工育苗技术的初步研究. 海洋水产研究, 27(6): 55~59

潘金华,张全胜,许 博. 2007. 鼠尾藻有性繁殖和幼孢子体发育的形态学观察. 水产科学, 26(11): 589~592

魏玉西,于曙光. 2002. 两种褐藻乙醇提取物的抗氧化活性研究. 海洋科学, 26(9): 49~51

《渔业科学进展》编辑部 2010 年网上投稿启事

为充分利用网络资源,提高编辑办公和期刊出版效率,《渔业科学进展》编辑部从 2010 年 1 月开始采用期刊网络化办公系统。该系统使投稿、审稿和编辑工作都在同一个网络平台上完成,可大大节省通讯时间,并规范编辑工作流程。同时,网络投稿以更加友好的界面服务于广大作者,方便作者与编审之间的沟通,为您提供易查、易用、更加方便快捷的服务。

敬请作者登陆 <http://221.3.9.62:8080/qikan/> 投稿。投稿程序请参看《渔业科学进展》网络化稿件处理系统作者使用指南。

如有疑问,请致电 0532-85833580,13553001056 陈 严老师咨询。也可发邮件到《渔业科学进展》编辑部咨询,E-mail: chenyan@ysfri.ac.cn。

《渔业科学进展》编辑部

2010 年 6 月 10 日