

石花菜人工育苗的试验

李宏基 戚以满

(山东省海水养殖研究所)

提 要

作者总结了前人的经验提出：在常温条件下利用日光进行育苗。试验的重点是提高幼苗的大小与防除附着物的方法。采用从育苗基质、采孢子时期、室内短期培育及下海育苗一系列新方法，结合人工洗刷技术等多方面措施，当年获得，每cm苗绳上出1cm以上大小的幼苗5株以上的结果。这样大小的幼苗比较容易养成，达到实用阶段，所以提出一套采孢子育苗的工艺流程。这是石花菜人工育苗的最好记录。

引 言

石花菜(*Gelidium amansii* Lamx.)育苗及其基础研究前人已作了一些工作。早在40年代，已基本明了孢子萌发生长的形态变化^[8, 9, 10]。近几年来，我国也开展了形态观察^[2, 3]。以上中外科技工作者的成果，均在普通实验室内取得的。但是西方对石花菜的研究，则着重于环境对其生理的影响。如Bruce A. Mocler与John A. west对石花菜(*G. coulter*)在各种条件下与生长、含胶量的影响等^[14]。1985年，J. Correa M. Avila and Santelices B.对舌状石花菜(*G. lingulatum*)和智利石花菜(*G. chilense*)与环境因素的研究中指出^[13]：石花菜“生长慢、栽植的劳动强度大并且昂贵，所以是不可取的”。同时认为“从孢子开始培养是省时、省力的方法”。也就是走孢子养成的道路。目前，处于实验研究阶段。

亚洲方面对石花菜育苗则着重于技术研究。如人工及半人工育苗方面，日本的殖田(1936)的混凝土绳半人工采孢子^[9]，藤森的“苗付式”养殖法(1940)，即人工采孢子培养，再将其附生于棕绳上的养殖法^[11, 12]，惠本的“播钵式”养殖法^[11]等均失败于下海后的附着物影响^[3]。

我国石花菜的育苗，半人工育苗始于50年代的梯田混凝土孢子育苗，幼苗发生好，但很快被梯田中的牡蛎及绿藻类所消灭¹⁾。人工采孢子始于70年代，但幼苗发生量少²⁾。80年代，黄礼娟等的“孢子育苗研究”报道了从孢子到成体石花菜的培育，着重于生长过程的观察，但没有提出育苗的标准及达到标准的技术方法^[6]。经她于1985—1987年在山东荣成海区的多次重复，取得孢子育苗绳的部分绳段上有苗，多数处于显微时期的幼芽阶段。越冬后到翌年春季仅有少量苗绳的局部绳段上有稀疏幼苗³⁾。1986年，戚以满提出：石花菜在常温条件下育

1989年3月20日收到初稿，1989年9月8日收到修改稿。

1) 根据李宏基未发表资料(1954)。

2) 根据李修良、李庆扬未发表资料(1973)。

3) 根据山东省海水养殖研究所及本专题组的三次调查(1985—1986)。

苗^[7], 试验采用“摩擦洗苗绳法”, 大为减少了生物因子的影响, 因而从技术上、效果上均有明显进展。

综合以上来看, 我国石花菜育苗更接近于生产实践。但目前仍存在着有碍于投产的技术问题。一部分属于提高育苗效果, 即解决育苗的大小及密度。如当年幼苗大的 0.5—1.5 厘米^[7], 个体偏小, 更主要是大苗的密度小, 小苗及匍匐枝数量多, 更出现空白绳及空白绳段。这些都是严重妨碍投产的因素。另一部分属于技术难点的解决, 即海上育苗阶段的附着物防除, 而附着物又是对幼苗生长、出苗量的直接危害者。在生产中必须具备有效而且简易的方法或者配合摩擦洗苗绳法对敌害加以清除。本文即对以上存在的问题进行实验研究。

一、试验的方法与内容

(一)方法:

1. 室内育苗阶段:

1) 育苗基质及育苗帘: 采用维尼纶与聚乙烯单丝混捻的 $\phi 3$ 毫米的白细绳, 编成育苗帘, 每个帘绳长 16 米, 约可分成 8 根苗绳, 每 100 个帘为 1 亩。育苗帘经过燎毛、浸泡、蒸煮、整平、定型、消毒等处理后备用。

2) 采孢子: 种菜经过清洗, 选成熟好的孢子囊小枝, 从上午 11 时到下午 18 时采孢子。苗帘平铺于水槽的底部, 槽内水深 10 厘米, 种菜均匀撒于其上, 为了孢子放散均匀, 互相移动种菜位置, 平均每视野 (10×10) 达到 20 个以上孢子时, 基本满足需要时结束。

3) 育苗条件:

温度——自然海水汲入水池中沉淀、过滤, 在自然气温的影响下常温育苗。

光照——育苗在玻璃房的室内进行。屋顶及四周的玻璃进光处全部用竹帘及乳白色塑料膜遮挡直射日光, 光强控制在 2,000Lux 以下。

育苗水——用电动水泵汲取海水入沉淀池, 经黑暗沉淀, 再汲入过滤池, 经一次沙滤和一次砂芯过滤器过滤后, 贮存备用。

培养水每天换水一次, 表层水从溢水口排出。

培养池——水池为白色瓷砖砌成的方形水池, 大小为 $2.2 \times 2.2 \times 0.58$ 米³, 水池边有下凹约 8 厘米的排水口, 池内储水深度 0.5 米。

培养方式——育苗帘平放于 2×0.3 米的竹框架上, 竹框架固定于池边的支架上。育苗帘距水面 10 厘米, 每个池放养育苗帘 30 个。

2. 海上育苗阶段:

1) 育苗帘培养期: 育苗帘下海后, 吊挂于养殖筏的竹竿上。吊绳长 70 厘米, 育苗帘大约处于 90 厘米的水层中培养。

下海初期, 每天到海上冲洗浮泥一次。育苗帘不受潮流冲起, 一周后, 用毛刷刷洗育苗帘。

2) 育苗绳培养期: 下海后约一个月, 海水温度下降到 25℃ 以下, 时间大约在 9 月下旬到 10 月初, 海中动物性附着物繁殖减少后, 开始拆帘, 剪成长 2 米的苗绳, 每 4—6 根苗绳为一束, 进行平养。水深控制在 50—60 厘米, 最后上提到海面约 20 厘米的水层中培养。

(二)试验的内容:

1. 不同时期采孢子的实验: 根据石花菜孢子放散期与黄渤海的自然条件, 我们选择7月6日、7月16日及8月6日三个时期分三批采孢子, 观察采孢子期的结果。

2. 室内育苗不同天数的实验: 石花菜室内育苗我们选择短期培养的方法, 因为石花菜属于孢子直接长成的发育方式, 仅是从小到大的生长过程, 另一方面, 石花菜属于好浪藻类, 室内条件不能满足其生长要求。所以, 实验分为当日采孢子翌日下海, 室内育苗10天, 20天、30天进行比较。

3. 海上附着物的防除实验: 石花菜室内育苗后下海继续培养, 以往的方法〔6、7〕均采用在海面平绳培养方式, 结果杂藻丛生。为此, 我们采取养殖方式形成的生态条件, 有利于石花菜的生长而不利杂藻繁殖的方法进行对比试验。

二、结 果

1. 不同时期采孢子育苗的效果:

本实验于石花菜孢子成熟的盛期分三次采孢子, 室内育苗10—30天, 下海后继续培养, 10月12日及11月10日进行二次检查, 二次的结果基本相同。因此, 实验结束, 检查的结果如表1。

表 1 石花菜不同时期采孢子的育苗效果

(1987) 长度: 毫米 出苗量: 株

采孢子日期	10.12				11.10.			
	1厘米苗绳出苗量		最大10株平均长		1厘米苗绳出苗量		最大10株平均长	
7.6.	7	100	14.0	100	8	100	27.3	100
7.17.	15	214	7.7	55	14	175	23.1	84
8.6.	23	328	5.2	37	32	400	11.3	43

从表1中可以看出以下几点:

1) 从幼苗的大小看, 早采孢子的苗大(14—27.3毫米), 晚采孢子的苗小(5.2—11.3毫米), 中期采孢子的苗的大小中等(7.7—23.1毫米)。

2) 从育苗的数量看: 早采孢子的苗株数量少, 晚采孢子的苗株数量多, 中期采孢子的数量中等。

3) 早、中期采孢子的二批为8月上、中旬下海的。从10月与11月二次检查的数量比较, 没有较大变化, 表示8月中旬下海对数量影响已趋稳定。晚采孢子的于9月中旬下海, 到11月中旬的苗量比10月有增加, 表示晚下海无敌害影响有利于幼苗的发生。

4) 10—11月二次检查幼苗的大小, 从生长度与增长比来看, 早采孢子的长度增长13.3厘米, 比原大增长接近1倍, 中期采孢子的增长15.4厘米, 为原大的1倍, 晚采孢子的增长6.1厘米, 为原大的1.17倍。三者比较, 以早采孢子的增长比最小, 中期采孢子的增长比中等, 但增长最大, 以晚期采孢子的增长比最大, 但增长最小。

根据幼苗的大小及数量二个指标看, 采孢子期, 7月上旬以前, 采孢子的效果不好, 以7月中旬以后, 采孢子为宜。此时, 采孢子幼苗生长快, 11月中旬幼苗长度接近早采孢子的。

大小。

2. 室内育苗不同天数下海育苗的效果:

以往的育苗方法在室内培养40—75天, 培养匍匐枝, 下海后提高光强培养直立苗^[6、7]。但是, 室内育苗40—75天的作用, 以及室内育苗多少天数合理的问题尚未解决。因此, 不能排除短期育苗甚至海上育苗效果好的可能性。对此, 我们进行30天内的育苗试验, 即8月3日及8月7日二次采孢子, 均于室内育苗0、10、20、30天, 通过9月2日、10月3日、11月7日三次检查出苗状况结果如表2。

表 2

室内育苗不同天数下海后石花菜的出苗状况
(1987)

A: 大小毫米

B: 出苗株数

天 数	采孢子	8.3.			8.7.			高数出现 次/率%
		9.2.	10.3.	11.7.	9.2.	10.3.	11.7.	
0	A	<u>1.44</u>	<u>5.9</u>	7.4	<u>1.0</u>	<u>4.5</u>	7.2	4/66.6
	B	84	96	11	231	144	21	3/50
10	A	<u>0.96</u>	<u>6.5</u>	8.8	<u>0.54</u>	<u>4.6</u>	<u>12.9</u>	6/100
	B	208	384	16	66	99	21	4/66.6
20	A	0.44	3.5	<u>7.7</u>	<u>0.46</u>	3.5	<u>8.7</u>	2/33.3
	B	150	318	13	63	61	12	1/16.6
30	A	0.18	2.2	7.2	0.28	2.6	6.1	0
	B	158	228	19	132	144	12	4/66.6
C: 匍匐枝 S: 幼苗		C	C+S	S	C		S	

从表2中可以看到: 同一批采孢子于同一天, 检查的指标中, 取其最大值中的二个数, 数字下划一横线, 表示这天育苗检查出现的最高数, 此二批采孢子共检查6次, 如果最高数出现次数为6, 表示为最佳的室内育苗天数; 出现次数为0, 表示为最不适宜的室内育苗天数。

根据以上标准可以看出以下三种情况:

1) 采孢子后不在室内育苗, 即直接于海上育苗者, 从幼苗的大小(A)来看, 最大数值出现4次, 出现率为67%。以出苗的数量(B)来看, 最大数值出现3次, 出现率为50%。说明海上育苗于8月上旬采孢子可以获得一定效果的。

2) 室内育苗10天下海育苗, 从幼苗的大小看, 每次检查均为最大数值, 出现率100%。大小指标是绝对的, 即越大越好。从数量来看, 最大数值的出现率为67%, 为实验中出苗量最多的一类。数量指标是相对的, 并不是越多越好。因此, 石花菜在室内育苗10天是最适宜的。

这一结论与直接观察的结果是相同的。所以, 室内育苗是需要的。

3) 室内育苗30天者, 苗的大小最小, 虽出苗量属最多的一类, 由于大小指标不符合要求, 因而8月上旬采孢子, 室内育苗30天以上是不需要的。

3. 育苗绳垂下式的培养效果:

“温度与水层对石花菜生长的影响”中指出^[1]：周年的水温变化，不论高低温期，只要在石花菜生长的适温范围，均以浅水层的石花菜生长较快。因此，孢子育苗也都采用浅水层培育，而且采用育苗绳平养方式^[6, 7]。其结果是浅水层中的好光藻类影响幼苗生长与幼苗的存活量。为此，改为垂下方式育苗。结果如表3：

表 3 育苗绳垂下式培养的幼苗生长状况
(1987.11.13)

池	水 深 米	1 厘米苗绳的幼苗株数			苗长毫米	杂 藻	
		1	2	合计 比较		垂 绳	平绳对照
1	0.1	12	33	45 } 75	5—20	少	多
2	0.5	7	14	21	5—22	少	多
3	1.0	6	12	18	5—20	无	
4	1.5	6	4	10 } 25	5—14	无	
5	2.0	1	6	6	5—11	无	

从表3中可以看出以下几种情况：

- 1) 水深与幼苗的数量关系：基本是水浅苗多，水深苗少。五种水层与苗量是随深度的增加而苗量逐渐减少。排列比较规律。如1米内浅水层的苗量占75%，1—2米水层仅占25%。
- 2) 水深与苗的大小关系：基本情况也是浅水层苗大，深水层苗小。如1米内水层的苗可达到2厘米，1米以下水深的苗只能达到1厘米以上。
- 3) 水深与杂藻的关系：垂养苗绳殆无杂藻，平养苗绳杂藻多而且较大，必须进行彻底地多次洗刷。
- 4) 从育苗效果比较垂养方式的优点，垂养苗绳达到了苗全苗旺的要求，基本不出现空白绳段，杂藻少，基本可以不清除杂藻，或者偶尔加以洗刷。

三、讨 论

以上实验结果，有几个问题需要加以讨论。

1. 黄渤海区育苗在当年获得较好的效果问题

本海区的水温条件，从采孢子到水温下降，到石花菜生长的非适温共约有4个半月。因此，当年不可能培养出大的幼苗。如果以小幼苗、匍匐枝甚至以芽状体越冬，形成越冬困难，并延长了翌年的养成期。因而必须培育较大幼苗。

怎样培育出较大的幼苗？从以上实验中可归纳出三条：(1)适当时期采孢子，(2)室内育苗10天，(3)下海后的育苗绳在1米以内浅水层垂下式培育。

石花菜育苗的另一个指标为数量。怎样培育出数量较多的幼苗？从以上实验中也可归纳出三条：(1)晚采孢子，(2)室内育苗30天，(3)浅水层垂下式放养育苗绳。

幼苗的大小与数量的关系是互为前题下为条件的指标，即具有一定大小的数量与具有一定数量的大小才有意义。实际要求幼苗大而且多。从以上归纳的两个三条措施来看，因为大小指标是绝对的，数量指标是相对的，所以数量指标应顺应大小指标。即把数量措施的晚采孢子改为适当提早采孢子，把室内育苗30天改为10天，可以获得统一。

以青岛地区而言：7月中、下旬采孢子，8月上、中旬下海，就具有室内育苗一段时间的必要性，又具备海上育苗的优越性。

2. 苗绳垂下式培育杂藻少的原因

平养苗绳的杂藻多，垂养苗绳的杂藻少的原因是什么？垂养主要是改变了平养的光照条件与受光方式。

垂养者的受光方式，自海面到2米水深处，匍匐枝在密挤丛生状态自上而下受间接光。平养者则在浅水层充分暴露下受直射光。

受光状况不同，对石花菜的生长影响也不同。平养的匍匐枝受强光，较快地转成幼苗。垂绳受间接光，光照较弱，匍匐枝匍匐生长，即从采有孢子的一面伸向苗绳两侧并向反方向蔓延生长。垂养苗绳的幼苗生长状况如表4。

表 4 垂下式育苗不同水层的石花菜数量
(1987.7.12.采孢子, 8.21.下海)

№	水 深 米	苗绳正面	侧 面	合 计	备 考
1	0.1	23	15	38	11.13.测
2	0.5	24	11	35	
3	1.0	26	16	42	
4	1.5	13	13	16	
5	2.0	8	6	14	

表4中的苗绳正面为采孢子的一面，主要是采孢子的结果。两侧面长出的是从正面的边缘部分长出的匍匐枝以营养繁殖方法形成的。因此，垂养苗绳上的苗量是孢子繁殖与营养繁殖的共同结果，所以苗量多。而平养苗绳的苗量都在正面，即采孢子的一面，所以苗量少。

同一理由，育苗过程形成的空白无苗的绳段，匍匐枝也同时从两个方面向空白绳段匍匐生长。

因此，垂养苗绳幼苗占有的生长基面积大，杂藻可占面积小，而平养苗绳则相反，幼苗占有的生长基面积小，杂藻可占面积大。再加垂养苗绳受间接光，对好光性杂藻（硅藻、水云、多管藻等）来说光线弱，不利于其生长繁殖。因而垂养苗绳上的杂藻少而且小。平养苗绳受光强，光照充分，有利于杂藻的繁殖生长，所以杂藻繁茂。

3. 石花菜孢子育苗的基本工艺

本实验研究的结果，经我国海藻养殖专家组¹⁾于1987年12月验收0.5亩(400绳, 800米)，平均每厘米苗绳有>2厘米幼苗0.4株，>1厘米幼苗5.1株，也就是大于1厘米的幼苗于每厘米苗绳上平均有5.5株，占总苗量的28.8%。根据幼苗施肥养成试验证明²⁾，>1厘米的幼苗于贫区施肥可以养成，一年内并可采收二次。因此，这样大小、密度的育苗结果达到了生产要求。

为此，我们提出孢子育苗的全套工艺流程如图。

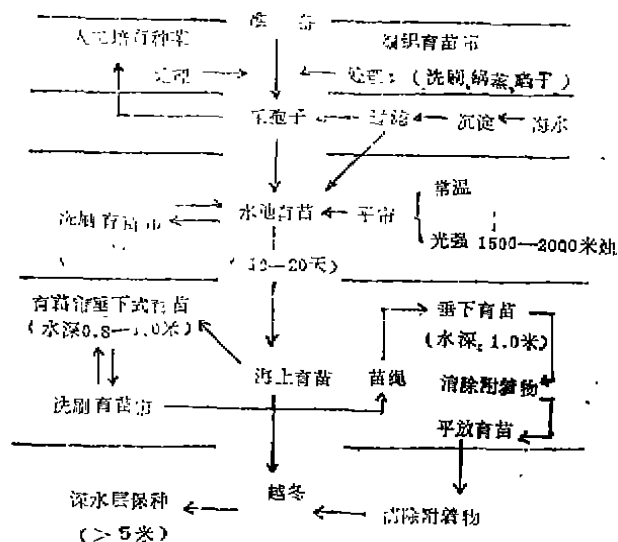
4. 石花菜孢子育苗成功的意义

石花菜孢子育苗技术，经过中外科技工作者的努力与经验的积累，随着生产水平的发

1) 1987年由索如瑛、费修恒研究员、张佑基、刘恩厚副研究员、丛季珠讲师、王继成助理研究员组成。

2) 根据丁昌基等未发表资料(1988)。

展,使石花菜的基本育苗技术如人工采孢子、合成纤维生长基质的使用、室内育苗的基本条



石花菜孢子育苗的工艺流程图(1987)

换代、提高产量、扩大养殖面积、培养新品种等均可起到重要作用。

3) 石花菜育苗的成功,营养枝多荑养殖的投产,完善了石花菜生产全部人工化的过程。

4) 石花菜人工育苗成功,不仅解决了半个世纪以来的养殖技术问题,而且为生长慢、育苗期长、夏季繁殖的藻类育苗创造了经验。因而丰富了海藻养殖学的内容与技术方法。

四、结 论

1. 石花菜人工采孢子育苗应选择孢子成熟的盛期。在我国黄渤海区约为7月20日到8月10日为宜。

2. 室内育苗是需要的,育苗时间宜短,以10—20天为好。

3. 下海后继续育苗时,应以防除附着物为主,必须采取一系列措施。

1) 避开好光藻类的浅水层,以垂帘式培育,利于经常清除动物附着物。

2) 拆帘为苗绳垂下式育苗,利于匍匐枝生长,增加苗的数量。

3) 匍匐枝及幼苗占据生长基后,垂养改为平养,促幼苗的形成与生长。

通过以上方法处理,孢子育苗的效果基本可以达到投产水平。

参 考 文 献

- [1] 李宏基等, 1983: 温度与水层对石花菜生长的影响。水产学报, 7(4)。
- [2] 李宏基等, 1985: 石花菜四分孢子萌发、生长的观察。海洋湖沼通报, 1985(4)。
- [3] 李宏基等, 1983: 石花菜人工养殖研究与存在的问题。海洋科学,
- [4] 李宏基等, 1988: 石花菜筏式养成技术试验。海洋湖沼通报, 1988(2)。

- [5] 黄礼娟, 1982: 石花菜幼苗生长的观察。海洋学报, 4(2)。
- [6] 黄礼娟等, 1986: 石花菜孢子育苗的初步研究。海洋湖沼通报, 1986(2)。
- [7] 戚以满, 1987: 石花菜常温孢子育苗试验。海洋药物, 1987(3)。
- [8] 猪野俊平, 1941: マクサ果孢子发生に就て。植物及动物, 9(6)。
- [9] 殖田三郎, 1936: テングサの増殖に関する研究(I), 日本志5(3), 183—186。
- [10] 殖田三郎, 片田实, 1943: テングサの増殖に関する研究(II), 日本志11(5—6)。
- [11] 殖田三郎, 等, 1963: 水产植物学。462。恒星社厚生阁。
- [12] 大岛胜太郎, 1949: 海藻と漁村。97。目黒书店。
- [13] J. Correa, M. Arila and B. Santelices, 1985: Effect of Some Environment factors on Growth of sporelings in two species of *Gelidium* (Rhodophyta) Aquaculture, 44 (221-227)。
- [14] Bruce A. MacIer and John A. West: 1987: Life History and Physiology of the Red Alga, *Gelidium coulteri* in Unialgal Culture. Aquaculture 61(281-293)。

A STUDY ON THE ARTIFICIAL CULTIVATING OF SPORES OF *GELIDIUM AMANSII* LAMX.

Li Hongji Qi Yiman

(Shandong Marine cultivation Institute)

Abstract

A study on the artificial cultivation of spores of *Gelidium* on rope curtains was perform. The methods and results are described as follows.

1. For collecting the spores, the optimum temperature is between 24-26°C and the optimum season is from mid July to early August in the north China sea.

2. 50 curtains weaved with vinylon ropes were used as substrates to which the spores were attached and cultivation was carried out in three 4m² pools for 10-15 days before the curtains were transferred for cultivating in the sea.

3. In the sea, the buds were first grown on the rope curtains hanging on rafts 70-100cm. below the water surface. About a month later, the buds were so grown that they changed into stolon and rose up vertically. When the temperature was lowered at 23-24°C, the rope curtains should be turned into 2m. long ropes and cultivation was carried on at 20-50cm. below the water surface. When the stolons grew large and were creeping around the ropes, the vertical-laying ropes were brought near the surface and laid horizontally.

4. In an example of our study, 50 curtains were turned into 400 ropes of two meters long at which grew dense sporelings. By the mid December, the frond could reach a maximum length of 3cm. while the average size is 1-2cm. The density of the sporelings longer than 1cm. is 5.5 sporelings per cm. of ropes,