

研究简报

盐度和营养盐对礁膜配子体发育的影响^{*}

THE EFFECTS OF SALINITY AND NUTRITIVE MATERIAL ON THE GAMETOPHYTE DEVELOPMENT OF *MONOSTROMA NITIDUM*

陈昌生 章景荣 张振皎^{*}

(厦门水产学院, 361021)

Chen Changsheng, Zhang Jingrong and Zhang Zhenjiao

(Xiamen Fisheries College, 361021)

关键词 礁膜, 配子体, 发育, 盐度, 营养盐

KEYWORDS *Monostroma*, gametophyte, development, salinity, nutritive material

礁膜 (*Monostroma nitidum*) 是我国重要的经济海藻之一, 隶属于绿藻门, 绿藻纲, 石莼目, 礁膜科, 礁膜属。礁膜广泛分布于我国的东南沿海, 生长在内湾静水处的岩石上或具有泥砂的石块上。日常所见的礁膜叶状体是配子体, 为膜状, 呈绿色或黄绿色, 体软并具光泽。礁膜是绿藻中食用价值最高的一种^[1], 体软味美, 我国南北沿海居民有食用。日本人也喜食“紫菜酱”(原料以礁膜为主, 掺入少量紫菜, 加入调味料, 高压烹煮而成)。此外, 礁膜还具有一定的药用价值, 如清热化痰, 利水解毒以及降低胆固醇的作用^[2]。目前, 国内尚未进行礁膜的人工栽培, 有关礁膜的报道较少, 因此, 我们开展了礁膜的栽培生物学的系列研究, 本文先着重介绍礁膜配子体的发育与盐度、营养盐的关系。

材料与方 法

1. 材料来源及处理 礁膜采自集美整园潮间带的中高潮区。挑选藻体完整、健壮、绿色、大小相近、尚未成熟的藻体(未形成配子囊)。先用过滤海水冲洗二遍, 去除杂藻和泥砂, 再用毛笔和消毒海水逐株洗刷干净。然后用刀片将藻体边缘部分切去, 结合显微镜观察, 使试验的藻体全部是营养细胞。用纱布反复多次吸干叶片表面的水份后称重, 各组试验的藻体为1.0g(17—20株/g), 每组试验的株数大致相同。

2. 盐度试验 用自然海区盐度为27.2‰的过滤海水, 另加蒸馏水或当地海区的盐卤分别配制盐

^{*} 本项目由福建省自然科学基金会提供资助。

^{*} 张振皎同志现在烟台水产技术推广中心工作。

收稿年月: 1991年11月, 1992年7月修改。

度为 7.4, 14.0, 20.5, 27.2, 33.8, 40.4% 及 0% (蒸馏水) 的培养液, 然后分别加入 $\text{NO}_3\text{-N}$ (用 NaNO_3 配制) 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ (用 NaH_2PO_4 配制) 母液, 使其浓度为 10ppm 和 1ppm, 然后加入称重后的藻体进行培养, 培养的光照强度为 3000 lx, 温度为 20~21°C。

3. 营养盐试验

(1) 低氮磷海水的制备 将洗刷干净的浒苔置于盛有过滤海水的大盆中, 在自然光下培养 2 天, 每天搅拌 2 次, 使浒苔吸收海水中的氮磷。用 260 目筛绢网过滤, 滤液加热至 80°C 左右, 然后冷却至室温使用。经测定水中氮的含量低于 $5 \cdot 10\text{mg}/\text{m}^3$, 磷的含量低于 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(2) 氮的浓度试验 低氮磷海水中分别添加 $\text{NO}_3\text{-N}$ 原液, 使 N 的含量达到 1, 5, 10, 15 及 0ppm (对照组)。然后分别加入藻体培养观察。

(3) 磷的浓度试验 低氮磷海水中分别添加 $\text{PO}_4\text{-P}$ 原液, 使培养液中磷的含量分别为 1, 5, 10, 15 及 0ppm (对照组), 然后分别加入藻体培养观察。

(4) 氮磷的混合使用 低氮磷海水中先添加 10ppm 的 $\text{NO}_3\text{-N}$, 然后加入 $\text{PO}_4\text{-P}$, 使 P 的浓度分别为 0.5, 1, 3, 5, 10, 15ppm。另外一组, 在加入 10ppm 的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 之后, 分别加入甘油磷酸钠母液, 使其浓度为 0.5, 1, 3, 5, 10, 15ppm, 然后分别观察这两种磷肥 (不同的氮磷比) 对配子体发育的影响。

(5) 观察方法 以上各组试验主要观察了配子体的颜色变化, 配子囊形成所需的时间, 配子囊形成的面积大小, 藻体重量的增减以及计算所产生的配子数量等。为了减少试验误差, 每组试验均重复, 结果基本一致。

结 果

(一) 盐度对配子体发育的影响

礁膜的配子体经过 4~5 天培养后, 藻体边缘的营养细胞经过质的变化形成配子囊, 其颜色由绿色变成黄绿色或土黄色, 然后由边缘慢慢扩展到藻体的中央, 基部细胞一般不形成配子囊。在适宜的条件下, 配子囊放散出配子, 配子大小为 $3\sim 5\mu\text{m}$, 具有两根鞭毛, 可在水中游动。在不同的盐度下, 配子体发育程度不同。从表 1 可以看出, 除了淡水之外, 盐度从低到高, 配子体都能发育形成配子囊。盐度为 7.4% 时, 培养 5 天, 藻体边缘一小圈由绿色变为土黄色, 但形成的配子不多, 仅为 14×10^7 个/g·鲜重。随着盐度的增大, 配子体的发育加快, 产生的配子数量也逐渐增多, 适宜的盐度为 14.0~27.2%。在这盐度范围内培养 5 天, 藻体边缘明显转变成土黄色, 形成配子囊, 尤其是盐度为 20.5% 时, 形成的配子囊面积最大, 产生的配子数量高达 1.94×10^8 个/g·鲜重, 比低盐组多 12.9 倍, 而且藻体由于大量放散配子, 其重量减少了 35%。当盐度高于 33.8% 时, 藻体颜色明显加深, 显得硬厚老成, 且藻体边缘形成的配子囊面积较小, 产生的配子数量也显著减少。例如, 当盐度为 40.4% 时, 所产生的配子数量仅占盐度为 20.5% 组的 3.5%。

表 1 盐度对配子体发育的影响

Table 1 The effect of salinity on the development of gametophyte

盐 度 (%)	0	7.4	14.0	20.5	27.2	33.8	40.4
试验前藻体重量 (g)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	0	14.0	54.4	193.6	8.5	9.6	6.8
配子放散后的藻体重量 (g)	1.05	0.95	0.75	0.65	0.70	0.70	0.80

注: 培养天数为 5 天; 温度为 20~21°C; 光强 5000lx; 每克藻体为 19~20 株。

(二) 营养盐对配子体发育的影响

在培养液中添加氮或者磷都能促进配子体发育形成配子囊。氮的浓度在 7~15ppm 范围内,配子体发育较快,配子囊形成的面积较大,尤其是 10ppm 时,所产生的配子数量达最多,高达 9.76×10^8 个/g·鲜重。从表 2 可以看出,磷的浓度大小对配子体发育的影响趋势和氮的大致相同。在 10ppm 时所产生的配子数量高达 1.24×10^9 个/g·鲜重,比 1ppm 组的多近一倍,比 5ppm 组的多 44.8%。当磷的浓度增大到 10ppm 以上时,所产生的配子数量不仅没有增加反而减少。从氮和磷单独对礁膜配子体发育的影响来看,在相同的浓度下,磷的作用所产生的配子数量比氮的多 27% 左右。说明了磷对配子体发育的作用效果更明显。

表 2 氮、磷浓度大小对配子体发育的影响

Table 2 The effect of concentration of N, P. on the development of gametophyte

营养盐种类	NO ₃ -N				PO ₄ -P				对照组
	1	5	10	15	1	5	10	15	
浓度 (ppm)									0
试验前藻体重量 (g)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	63.2	66.0	97.6	83.6	66.0	85.6	124.0	62.4	46.0
配子放散后的藻体重量 (g)	0.70	0.75	0.60	0.70	0.70	0.65	0.55	0.85	0.70

不同氮、磷浓度比的试验是根据氮源研究的适宜含氮浓度,在低氮磷海水中添加 NO₃-N 原液,浓度为 10ppm,然后再加磷酸配成不同浓度的系列组。结果从表 3 可以看出,不同的氮磷浓度比对配子体发育有着不同程度的影响。当 N:P=10:0.5 时,所产生的配子数量较少,仅为 29.5×10^7 个/g·鲜重,配子放散后,藻体重量没有减少。当两者的比例增大到 10:3 时,产生的配子数量比前项 (10:0.5 组) 多 262%,而且放散后,藻体重量明显减少 15%。但是,随着氮磷浓度比的继续增大,礁膜所产生的配子数量不仅没有增加,反而减少,例如在 N:P=10:10 时,所产生的配子数量比 N:P=10:3 组的少了一半。从表 4 不难看出,甘油磷酸钠(有机磷)对礁膜配子体的发育有明显的促进作用,即使甘油磷酸钠的浓度为 0.5ppm,藻体产生的配子数量比对照组的 20.8%。当甘油磷酸钠浓度增大到 3ppm 时,配子囊的面积明显增大,放散出来的配子数量比对照组的 218%。从甘油磷酸钠和磷酸二氢钠这两种磷肥对配子体发育的影响来看,前者的作用比后者大,例如在相同的 3ppm 浓度下,甘油磷酸钠作用所产生的配子数量比磷酸二氢钠的多 41%。

表 3 不同的氮磷浓度比对配子体发育的影响

Table 3 The effect of different N, P. proportion on the development of gametophyte

NO ₃ -N(ppm)	10	10	10	10	10	10
PO ₄ -P(ppm)	0.5	1	3	5	10	15
试验前藻体重量 (g)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	29.5	54.5	105.5	57.5	52.0	25.5
配子放散后的藻体重量 (g)	1.05	0.90	0.85	0.90	0.90	1.00

表 4 两种磷肥对配子体发育的影响
Table 4 The effect of two phosphorus on the development of gametophyte

磷 源	甘油 磷酸 钠					磷酸二氢钠	对 照 组
	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0		
浓度 (ppm)						3.0	0
产生的配子数量 ($\times 10^7$ 个/g·鲜重)	64.0	101.0	171.5	109.5	95.0	121.0	53.0

注: 氮的浓度为 10ppm。

讨 论

礁膜在淡水中不能发育形成配子囊。在淡水中培养 5 天,除了局部细胞死亡外,大部分营养细胞由绿色变为黄绿色或淡黄色,尚未死亡。此时,若将藻体移入正常海水(比重为 1.020)中培养,藻体颜色逐渐变绿,恢复为深绿色,经 5 天左右的培养,藻体也能形成配子囊,放散出的配子数量(1.06×10^6 个/g·鲜重),仅次于 20.5% 的盐度组。由此可见,礁膜耐低盐的能力很强,在低比重的雨季里,不会引起礁膜的死亡。从礁膜的自然分布来看,良好的生长海区也大多是靠近河口或者有内陆水流入的海域。这充分证实了礁膜是属于沿岸性半咸水种类,对盐度较大幅度的变化具有较强的适应能力。

根据我们多年进行的潮间带海藻资源调查来看,河口区,海水一般比较肥沃,各种营养盐含量丰富,礁膜生长快,个体大,光泽好,藻体一般呈绿色或深绿色。相反,在盐度偏高的外海区,礁膜个体小,色浅,一般呈黄绿色,这主要是海区贫瘠的缘故。礁膜在生长发育中,需要一定的营养盐供机体代谢需要,不同的生长发育时期对营养盐的种类、浓度要求也不同。我们在礁膜配子体发育过程中单施氮肥或磷肥都有促进配子体发育成熟,但是磷对发育的作用比氮大。氮、磷混合使用的适宜浓度比为 10:3,这和氮、磷单独使用的浓度并不相同,说明了氮和磷对礁膜配子体发育的促进作用与介质中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 两者之间的比例关系具有密切联系。据报道,在紫菜自由丝状体的培育过程中,各种形态的氮素化合物都可利用,作为磷肥,低浓度(1ppm)的无机磷或有机磷均可利用,如以甘油磷酸钠作为磷源则更有利于形成双分孢子。从我们的试验来看,有机磷对礁膜的配子囊形成有明显促进作用,而且在相同浓度下,有机磷的作用效果比无机磷更明显。从甘油磷酸钠对紫菜、礁膜的作用来看,有机磷能有效促进一些海藻的生长发育。

礁膜配子体的繁殖盛期是在 4~5 月。根据我们多次采集和观察发现,礁膜的配子囊形成与天气有关。在西南风有雾的天气里,礁膜可在短时间内大量成熟,而在东北风的天气里很难采到成熟的藻体。成熟的配子囊在干露和降温刺激下,配子大量放散出来,因此,在选择礁膜种菜时应抓紧在温度偏高的南风天进行。

参 考 文 献

- [1] 李勿苙等,1980。条斑紫菜吸收 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的研究。海洋与湖沼,11(4):358~361。
- [2] 李伟新等,1982。海藻学概论,192—194。上海科技出版社。
- [3] 章景荣,陈昌生,1986。细基江蒿繁枝变型的生长与比重的关系。厦门水产学院学报,7(2):1~8。
- [4] ——,1990。细基江蒿繁枝变型的生长与光强的关系。厦门水产学院学报,12(2):15~20。
- [5] 曾呈奎等,1962。中国经济海藻志,34~36。科学出版社(京)。
- [6] ——,1985。海藻栽培学,5~7。上海科技出版社。
- [7] 缪国荣等,1979。海藻养殖,376~377。农业出版社(京)。
- [8] 西川博,1983。ヒトエグサ人工育苗试验。长崎县水产试验场事业报告书。