

环境因子对龙须菜和菊花心江蕨 N、P 吸收速率的影响

钱鲁闽^{1,2}, 徐永健^{1,3}, 焦念志¹

(1. 厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 361005; 2. 国家海洋局第三海洋研究所, 福建 厦门 361005; 3. 宁波大学生命科学与生物工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:在实验室条件下, 研究光照、温度、盐度及 pH 对龙须菜 (*Gracilaria lemaneiformis*) 和菊花心江蕨 (*G. lichenoides*) N、P 吸收速率的影响。结果表明, 上述 4 个环境因子对这两种藻类的 N、P 吸收速率均有显著影响。其中, 对龙须菜 N 吸收速率影响的适宜范围分别为: 光照强度 $100 \sim 240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 温度 $16 \sim 23^\circ\text{C}$, 盐度 $25 \sim 35$, pH $8.0 \sim 9.0$; 对 P 吸收速率影响的适宜范围分别为: 光照强度 $80 \sim 200 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 温度 $16 \sim 23^\circ\text{C}$, 盐度 $15 \sim 35$, pH $8.0 \sim 9.0$ 。而对于菊花心江蕨, N 吸收速率影响的适宜范围分别为: 光照强度 $120 \sim 300 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 温度 $23 \sim 33^\circ\text{C}$, 盐度 $25 \sim 40$, pH $7.5 \sim 9.0$; P 吸收速率影响的适宜范围分别为: 光照强度 $100 \sim 240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 温度 $26 \sim 33^\circ\text{C}$, 盐度 $15 \sim 35$, pH $7.5 \sim 9.0$ 。
[中国水产科学, 2006, 13(2): 257-262]

关键词:环境因子; 龙须菜; 菊花心江蕨; 氮; 磷; 吸收速率

中图分类号: X17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2006)02-0257-06

自 20 世纪 80 年代以来, 伴随着中国海水养殖业的迅猛发展, 海水养殖环境的富营养化问题也日益严重。抑制海水的富营养化可以维护近海生态平衡, 保护海洋环境, 减少赤潮、病害等的发生机率。近年来, 国内外很多学者开始了利用大型藻类对富营养化环境进行生物修复的研究, 严国安等^[1]研究了固定化藻类对污水中氨氮和磷酸盐的净化效率, 许忠能等^[2]及刘静雯和董双林^[3]对细基江蕨繁枝变种 (*Gracilaria tunuistipitata* V. liui) 的 N、P 吸收速率进行了研究; Colleen 等^[4]进行了麒麟菜 (*Eucheuma*) 的营养吸收生理研究, 等等。但由于受条件的限制, 只有很少的种类进行过实验。

本研究选择最近几年在福建沿海养殖比较普遍的两种大型海藻龙须菜 (*G. lemaneiformis*) 和菊花心江蕨 (*G. lichenoides*) 为研究对象, 侧重探讨环境因子对这两种藻类 N、P 吸收速率的影响。这两种江蕨主要作为琼脂提取的原料和鲍鱼养殖的饵料, 分别从山东和台湾引进至福建沿海, 有关这两种藻类在本地生长的研究, 特别是在不同环境因子下对 N、P 的吸收速率的研究尚未见报道。本研究旨在为大型海藻对污染海洋环境的修复及海藻资源的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

龙须菜来自福建东山县西埔湾海区吊养的筏式藻架, 菊花心江蕨来自于东山县科华养殖场。选择健康藻体, 除去表面附着杂物, 用过滤海水冲洗干净, 移植到有光照的 10 L 水族箱中, 加富海水至终浓度为 $100 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{L}^{-1}$, $8 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{L}^{-1}$, 盐度为 30, 进行暂养。微量元素等用 f/2 配方。龙须菜的暂养条件为 12 L:12 D, $80 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, (20 ± 0.5) $^\circ\text{C}$; 菊花心江蕨的暂养条件为 $120 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, (28 ± 0.5) $^\circ\text{C}$, 期间每隔 2 天添加营养盐一次, 每天不定期搅水 4-6 次; 在实验开始前 1 星期, 去除叶状体主茎, 把藻体分成 0.1-0.5 g 大小后暂养备用。

1.2 测定方法

实验用 500 mL 的三角烧瓶, 内装 400 mL 培养液, 每个培养容器中放养鲜江蕨 (1.0 ± 0.0031) g, 加盖锡铂纸, 置于有光照的培养箱中, 实验前, 将海藻置于实验设定的条件下先适应 4 h, 然后更换同样体积的新鲜培养液, 再开始实验。吸收实验时间设定为 4 h, 实验结束后, 捞出海藻终止吸收, 再测定介质中 N、P 含量, 测定方法参照《海洋监测规范》。按

收稿日期: 2005-04-20; 修订日期: 2005-09-26。

基金项目: 福建省重大科技项目 (20021003); 宁波市博士基金 (2005A610025)。

作者简介: 钱鲁闽 (1967-), 女, 博士研究生, 从事养殖生态学方面研究。E-mail: qianlumin@126.com

下述公式计算各营养的吸收速率:

$$U = (C_0 - C_t) \cdot V / (t \cdot G)$$

式中: U 为营养的吸收速率, C_0 为实验结束时对照组培养液中营养盐含量, C_t 为实验结束时培养组培养液中的营养盐含量, V 为所用培养液体积, t 为实验时间(h), G 为添加海藻的生物量(g)。

1.2.1 不同光强下海藻对 N、P 的吸收速率 实验设 10 个光强梯度, 分别为: $20 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $40 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $60 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $80 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $100 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $120 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $160 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $200 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $300 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。每组设 3 个重复及 1 个空白对照。其中部分光强梯度采用中性密度(ND)膜(Leefilters, UK), 用来遮挡部分光线, 该滤膜只改变光强而不改变光质。其余培养条件同 1.1 暂养。

1.2.2 不同盐度下海藻对 N、P 的吸收速率 实验设 8 个盐度梯度为: 5、10、15、20、25、30、35、40; 每组 3 个重复及 1 个空白对照。实验用海水的盐度为 30, 其余的盐度梯度通过添加蒸馏水及加 NaCl 来实现。实验其余条件同 1.1 暂养。

1.2.3 不同温度下海藻对 N、P 的吸收速率 温度对龙须菜和菊花心江蕨 N、P 吸收速率的实验中, 实验的温度梯度设定分别为: 8°C 、 12°C 、 16°C 、 20°C 、 23°C 、 26°C (龙须菜); 12°C 、 16°C 、 20°C 、 23°C 、 26°C 、 30°C 、 33°C 、 36°C (菊花心江蕨); 实验其余条件与 1.1 暂养条件相同。

1.2.4 不同 pH 下海藻对 N、P 的吸收速率 实验的培养液 pH 设 5 个梯度: 7.5、8.0、8.5、9.0、9.5, 采用浓度为 $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 POPSO[哌嗪-N, N-双(2-羟基乙烷磺酸)]缓冲剂来稳定介质 pH 值, 培养液相应经过盐度调整(即先用蒸馏水稀释海水后, 再加入缓冲剂), 使实验用介质的盐度在 30。实验其余条件同 1.1 暂养。

2 结果

2.1 光强对海藻 N、P 吸收的影响

龙须菜和菊花心江蕨对 N、P 的吸收速率, 在不同的光强梯度下, 呈现出一定的规律, 先是吸收速率随着光强的增强而增加, 在适宜光强时, 两藻对氮的吸收速率出现最大值, 龙须菜为 $0.336 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 菊花心江蕨为 $0.487 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 而

后快速下降(图 1)。两种藻类对磷吸收速率的变化与氮相似, 先随着光强的增强而增加, 磷比氮更快地达到其吸收速率的最大值, 分别为 $0.0348 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.0419 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 在速率平台后, 快速下降。两种海藻所吸收的 N、P 量比值也都是先随着光强的增强略有增加, 而在 N 和 P 较大吸收速率的光强范围内, N:P 比值比较恒定, 在 9~11 间。

2.2 盐度对海藻 N、P 吸收的影响

图 2 显示, 不同的盐度梯度对龙须菜和菊花心江蕨 N、P 的吸收速率的影响是显著的, 且有一定的规律性, 初始时随着盐度的升高吸收速率增加。盐度对氮的吸收速率影响与光强相似, 出现一个最大值: 龙须菜为 $0.405 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 菊花心江蕨为 $0.526 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 然后, 快速下降。磷的吸收速率也随着盐度的升高而增加, 而磷比氮更快地达到其吸收速率的最大值, 尽管其吸收速率平台期不甚明显。两种海藻对磷的最大吸收速率分别为 $0.0385 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.0455 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 盐度对这两种海藻的 N 和 P 的吸收比值, 在其较大吸收速率范围内也在 9~11 间。

2.3 温度对海藻 N、P 吸收的影响

温度是大型海藻吸收营养的主要影响因子之一。图 3 显示, 龙须菜和菊花心江蕨 N、P 的吸收速率受温度影响显著, 在适温范围内, 随着温度的升高, 对 N、P 的吸收速率都在增加, 在最佳生长温度下有一个最大吸收速率, 龙须菜为 $0.401 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.0395 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 菊花心江蕨为 $0.446 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.0406 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 不同温度对两种海藻 N 和 P 的吸收比值基本上没有什么影响, 整个过程变化不大, 与光强和盐度的最佳吸收的比例相似。

2.4 pH 对海藻 N、P 吸收的影响

图 4 显示, pH 值范围在 7.5~9.5 时, 当 pH 8.0 时, 两种藻类对 N、P 的吸收速率最大, 分别为: 龙须菜 $0.356 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.0326 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 菊花心江蕨 $0.417 \mu\text{mol}(\text{N}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.0387 \mu\text{mol}(\text{P}) \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 低于或高于 pH 7.5~9.5 的范围, N、P 的吸收速率都会降低, 但两者的吸收比例变化不大, 与其他因子的最佳吸收的比例也相似。

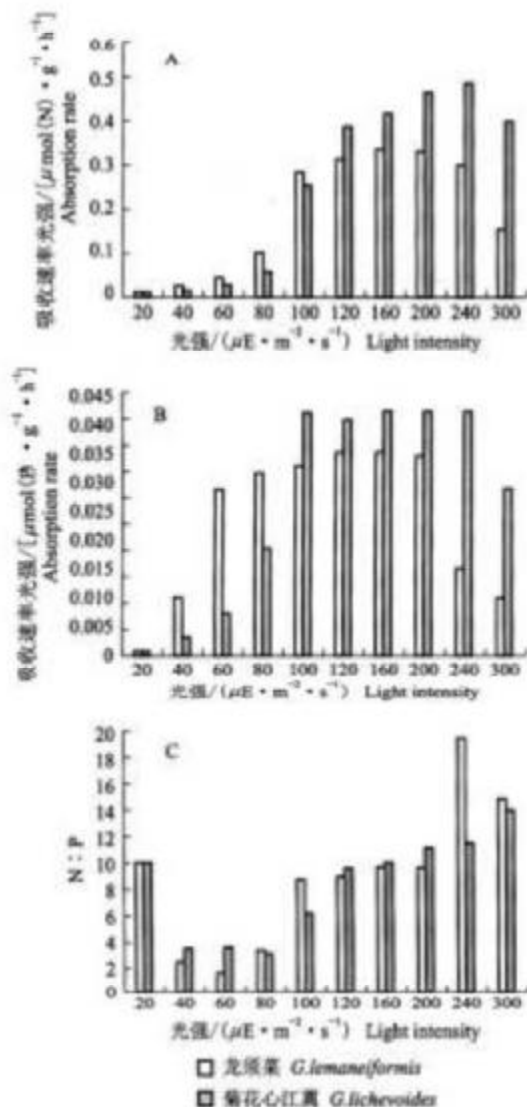


图1 光强对两种海藻 N、P 吸收速率及吸收比值的影响
A: 对 N 吸收速率的影响; B: 对 P 吸收速率的影响; C: 对吸收 N:P 比值的影响

Fig.1 Effects of light intensity on N and P uptake rates of two species of seaweeds

A: Effect of light intensity on N uptake rate; B: Effect of light intensity on P uptake rate; C: Effect of light intensity on N:P ratio

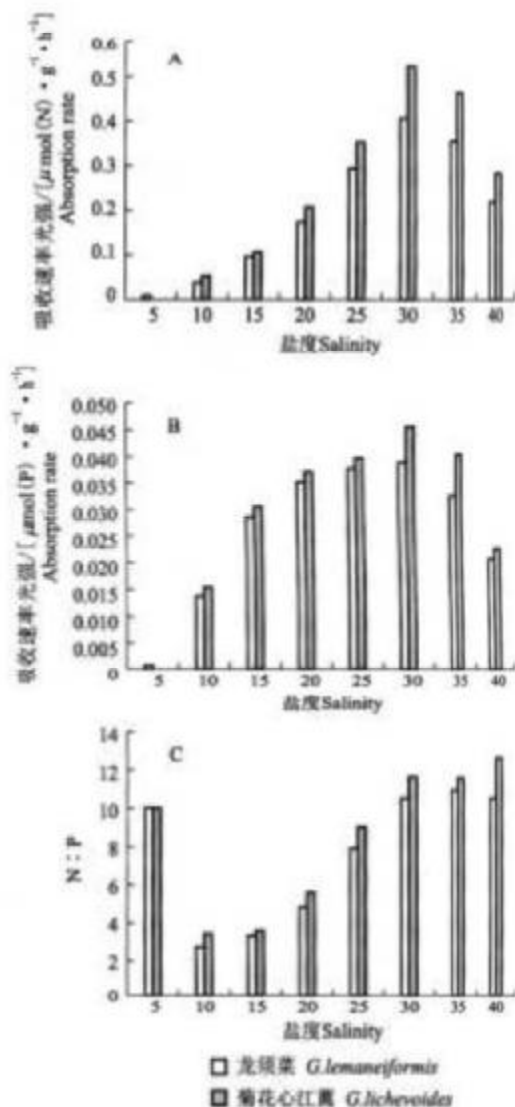


图2 盐度对两种海藻 N、P 吸收速率及吸收比值的影响
A: 对 N 吸收速率的影响; B: 对 P 吸收速率的影响; C: 对吸收 N:P 比值的影响

Fig.2 Effects of salinity on N and P uptake rates of two species of seaweeds

A: Effect of salinity on N uptake rate; B: Effect of salinity on P uptake rate; C: Effect of salinity on N:P ratio

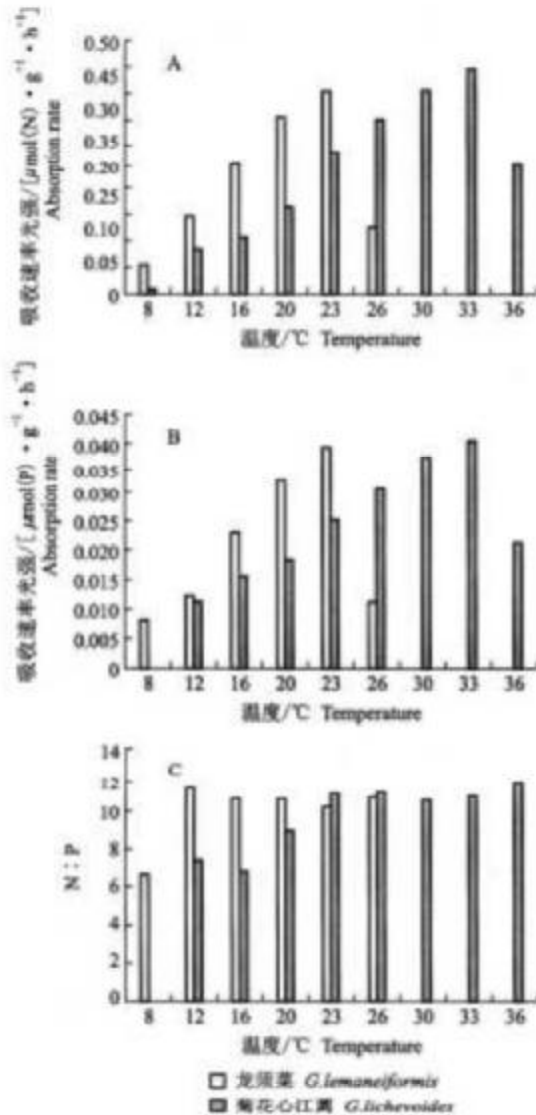


图3 温度对两种海藻N、P吸收速率及吸收比值的影响
A:对N吸收速率的影响;B:对P吸收速率的影响;C:对吸收N:P比值的影响

Fig.3 Effects of temperature on N and P uptake rates of two species of seaweeds

A: Effect of temperature on N uptake rate; B: Effect of temperature on P uptake rates; C: Effect of temperature on N:P ratio

3 讨论

3.1 光强对海藻N、P吸收速率的影响

大型海藻的光合作用受光强的影响,有文献报道,藻类的光合速率与其对N、P的同化量呈正相关关系^[1];在有光条件下,海藻对营养盐的吸收速率远远大于其在黑暗下的吸收速率^[5-6]。本实验中,

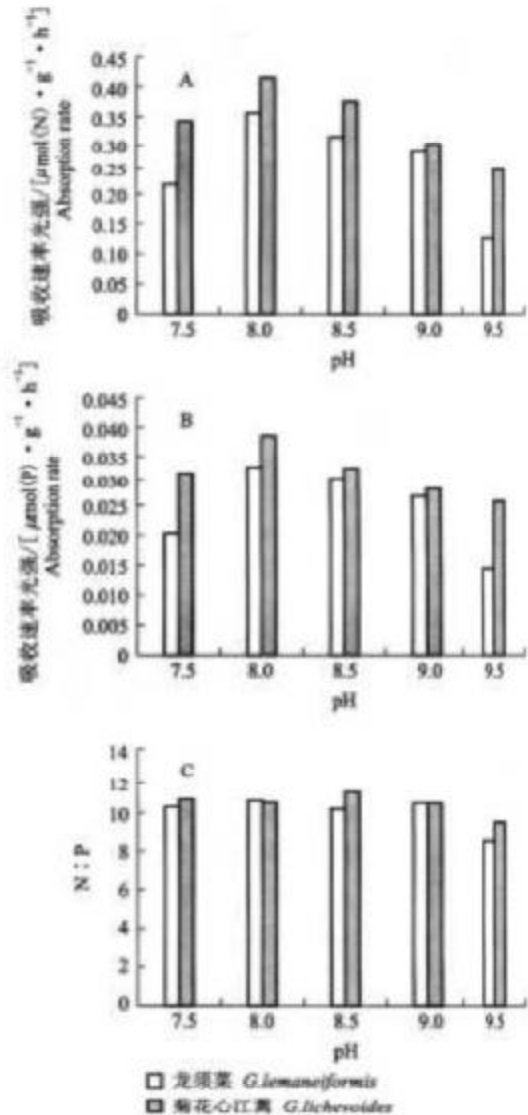


图4 pH对两种海藻N、P吸收速率及吸收比值的影响
A:对N吸收速率的影响;B:对P吸收速率的影响;C:对吸收N:P比值的影响

Fig.4 Effects of pH on N and P uptake rates of two species of seaweeds

A: Effect of pH on N uptake rate; B: Effect of pH on P uptake rates; C: Effect of pH on N:P ratio

光强分别设置在 $20 \sim 160 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $20 \sim 240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 范围内,龙须菜和菊花心江蕨均对N、P的吸收速率随着光强的增强而增大,表现出正相关的关系;但当光强超过上述范围时,N、P的吸收迅速下降,这种现象可能与光抑制作用有关^[7]。红藻类的光系统II是光合作用原初光化学反应的场所,它极易受到强光等的损坏^[8],当光强超出海藻的最

适需求时,海藻中的光反应系统Ⅱ中的蛋白会发生裂解,导致光合速率的减少^[6],进而导致了对 N、P 吸收速率的下降。这与一些文献报道的相符^[2-3]。

光强除了对海藻的光合作用有影响外,还可能影响海藻的硝酸还原酶活性^[1],进而对海藻的 N、P 吸收速率产生影响。在低光下,N、P 的吸收速率都很低,这种现象可能与硝酸还原酶的低活性有关。有文献报道,光强水平与海藻的生长率以及海藻对硝态氮的吸收都成正比关系^[9];此外,藻类对硝氮及亚硝氮的吸收比氨氮更依赖于光的存在^[9],这些都表明了,在低光环境里,藻类较少利用硝氮和亚硝氮。

另外,本实验的结果还显示,两种海藻的吸收 N:P 比值随着光强的增加而升高,即在低光强下吸收 N 比吸收 P 相对要少;当光照强度达到了海藻生长的适宜范围时,吸收的 N:P 比值趋向于恒定,在 9~11。这一比值可能是这两种海藻体吸收利用 N、P 的大致比值。

3.2 温度与盐度

从本实验可看出,温度对两种海藻 N、P 的吸收速率的影响都极显著。龙须菜在 16~23℃ 以及菊花心江蓠在 26~33℃ 对 N、P 的吸收速率都比较高,最高分别在 23℃ 和 33℃,而在这个范围之外,吸收速率又迅速下降。这可能因为:温度是控制大型海藻氮吸收的重要因子,温度对呼吸作用及光合作用暗反应的酶活性有显著的影响^[10]。在温度较低时,光合作用暗反应的酶活性可能较低,产生的用来还原硝氮盐的底物也较缺乏^[11];而在温度较高时,海藻的呼吸作用也较高,用于生长的能量也就相对较少,相应地也减少了对营养盐的摄入。从图 3 还可以看出,尽管在适宜温度范围外,海藻对 N、P 的吸收速率大大下降了,但是其所有的 N 吸收速率值都达到了 $0.05 \mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 以上。龙须菜是温带生长的种类,其在低温段的吸收速率较高;菊花心江蓠是高温生长的种类,高温段的吸收速率比低温段也相应高些。

盐度主要是指海水中无机盐含量,盐度的高低决定海水渗透压的大小。对于海藻来说,渗透压将影响细胞中的水分及对 N、P 的吸收。据报道,对同一种海藻,由于其采集地的不同,可能有不同的盐度适应范围。相似地突然地改变海藻培养介质中的盐度,其光合作用速率也会大幅下降^[12]。本实验的结果显示,盐度对两种海藻的 N、P 吸收速率有显著影

响,在盐度为 30 时,两种都达到各自的 N、P 的最大吸收速率。但是对于 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ 的吸收速率,两种海藻,尤其是龙须菜,在其各自的盐度适宜范围(20~35)内的吸收速率变化不是很大。

在此还要提及,盐度对吸收 N:P 比值的影响与光强的影响非常相似,随着盐度的升高,吸收 N:P 比值增大;虽然温度也存在着这一趋势,但表现不是很明显,至少在图 3 上看,温度对吸收 N:P 比值的影响不显著。

3.3 pH 的影响

pH 对大型海藻的生理活性影响很大。提高介质的 pH 值对红藻的生长产生很大的抑制作用^[4]。介质的高 pH 值,使得 CO_2 含量急剧下降, CO_2 在水中的扩散速度很慢,使海藻处于 CO_2 太少的限制环境中,就有可能发生光抑制^[13-14],生长的减慢导致营养吸收的降低。

另一个原因可能是 pH 变化影响光合反应系统^[13],甚至造成光合器官的永久性伤害^[13-14]。如某些蓝藻和粗江蓠(*G. cornea*)在高 pH 环境条件下,几分钟内就会产生 O_2^- 、 H_2O_2 及 OH^- 等对细胞有毒害作用的活性氧化物^[15],散布在细胞壁及藻体的附近,毒害藻类、抑制藻类的光合作用^[4,15],从而影响到藻类对 N、P 的吸收。

本实验结果显示,在 pH 值为 9.0 和 9.5 时,两种海藻对 N、P 的吸收速率比在 pH 8.0 时有明显的下降,证明 pH 对海藻的营养吸收也有很大影响。另一方面,低 pH 值使海藻对 N、P 的吸收速率降低,这可能与细胞吸收营养所需的酶活性有关。

此外,介质的 pH 值对吸收的 N:P 比值的影响,在 7.5~9.0 的范围内,比值变化不大,并与其他环境因子的影响结果相一致,都在 9~11 之间。但 pH 9.5 时,N:P 比值明显下降了,这究竟是由于培养液中的营养盐离子的状态因环境的 pH 改变所致,还是因为其他的原因,还有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 严国安,李益健,王志坚,等. 固定化糖藻对污水的净化及其生理特征的变化[J]. 中国环境科学,1995, 15(1):10-13.
- [2] 许忠能,林小涛,计新丽,等. 环境因子对细基江蓠繁殖枝种氮、磷吸收速率的影响[J]. 应用生态学报,2001, 12(3):417-421.
- [3] 刘静雯,董双林. 光照和温度对细基江蓠繁殖枝型的生长和生化组成影响[J]. 青岛海洋大学学报,2001, 31(3):332-338.

- [4] Colleen J, Mtolera M, Abenhamsson K. The culture and physiology of *Euchema* (Rhodophyta): its increasing price in East Africa [J]. AMBIO, 2004, 24(7-8): 497-501.
- [5] 刘长发, 张泽宇, 雷伯之. 盐度、光照和营养盐对孔石莼光合作用的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(5): 795-798.
- [6] Gao K, McKinley K R. Use of macroalgae for marine biomass production and CO₂ remediation: a review [J]. J Appl Phycol, 1994, 1: 45-60.
- [7] 周玉祥, 匡延云, 李德葆. 植物分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1995. 102-104.
- [8] Lobban C S, Harrison P L. Seaweed ecology and physiology [M]. Cambridge: Cambridge Uni Press, 1994. 17-29.
- [9] Falkowski P G. Enzymology of Nitrogen Assimilation [A]. Nitrogen in the Marine Environment [M]. New York: Academic Press Inc. 1983.
- [10] 姚南瑞. 藻类生理学[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1987. 259.
- [11] 潘瑞祺, 董惠得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995. 74-77.
- [12] 王焕明, 李少芬, 陈皓明, 等. 江蓠与南对虾、青蟹的混养实验[J]. 水产学报, 1993, 17(4): 273-281.
- [13] Demmig-Adams B, Adams W W. Photoprotection and other responses of plants in high light stress [J]. Annu Rev Physiol Plant Mol Biol, 1991, 43: 599-626.
- [14] Hanelt D, Huppertz K, Nultsch W. Daily course of photosynthesis and photoinhibition in marine macroalgae investigated in the laboratory and field [J]. Mar Ecol Prog Ser, 1993, 97: 31-37.
- [15] Bowler C. Superoxide dismutase and stress tolerance [J]. Annu Rev Plant Physiol Mol Biol, 1992, 43: 83-166.

Effects of environmental factors on uptake of nitrogen and phosphorus by *Gracilaria lemaneiformis* and *G. lichenoides*

QIAN Lu-min^{1,2}, XU Yong-jian^{1,3}, JIAO Nian-zhi¹

(1. Environmental Sciences Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. The Third Institute of Oceanography, State Ocean Administration, Xiamen 361005, China; 3. Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Red macroalgae *Gracilaria lichenoides* and *G. lemaneiformis* were selected as experimental objects, which have been cultured in a large scale in Fujian Province. The effects of four environmental factors—light intensity, temperature, salinity and pH—on uptake of nitrogen and phosphorus by the two macroalgae were studied under laboratory conditions. Ten light intensity grades ($20 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $40 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $60 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $80 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $100 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $120 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $160 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $200 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $300 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 8 salinity grades (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40), 5 pH grades (7.5, 8.0, 8.5, 9.0, 9.5) and 6 temperature grades (8°C , 12°C , 16°C , 20°C , 23°C , 26°C) were set up for *G. lemaneiformis* or 8 temperature grades (12°C , 16°C , 20°C , 23°C , 26°C , 30°C , 33°C , 36°C) for *G. lichenoides*. The results show that all of the four environmental factors have significant effects on the uptake rates of N and P by the two algae. The most suitable ranges of the four environmental factors for the uptake rate of N by *G. lemaneiformis* are at light intensity $100-240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, temperature $16-23^\circ\text{C}$, salinity 25-35 and pH 8.0-9.0 respectively, and for the uptake rate of P by *G. lemaneiformis*, the most suitable ranges are at light intensity $80-200 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, temperature $16-23^\circ\text{C}$, salinity 15-35, and pH 8.0-9.0 respectively. The most suitable ranges of the four environmental factors for the uptake rate of N by *G. lichenoides* are at light intensity $100-240 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, temperature $16-23^\circ\text{C}$, salinity 25-35 and pH 8.0-9.0, respectively, and for the uptake rate of P by *G. lichenoides*, at light intensity $80-200 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, temperature $16-23^\circ\text{C}$, salinity 15-35, and pH 8.0-9.0 respectively. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(2): 257-262]

Key words: environmental factors; *G. lemaneiformis*; *G. lichenoides*; N; P; uptake rate