

# 温度和盐度对刺枝鱼栖苔(*Acanthophora spicifera*)(红藻门, 松节藻科)生长及其几种光合色素的影响\*

丁兰平 孙国栋 黄冰心 陈善文 陈伟洲

(汕头大学 汕头 515063)

**提要** 通过正交试验研究了温度和盐度对刺枝鱼栖苔(*Acanthophora spicifera*)生长及其光合色素的影响,以探明刺枝鱼栖苔生长的最适温度及盐度条件。结果表明,刺枝鱼栖苔生长的适宜温度范围为20—30℃,最适温度为25℃,在此温度条件下其相对生长率(RGR)最大为4.33%;适宜盐度范围为15—35,最适盐度范围为20—25,随盐度的继续升高,刺枝鱼栖苔RGR呈下降趋势。温度和盐度对刺枝鱼栖苔光合色素(chl *a*、Car、PE和PC)的影响显著,高盐胁迫能明显降低刺枝鱼栖苔光合色素的含量,而高温能促进其藻胆蛋白的合成与积累。

**关键词** 鱼栖苔;红藻;相对生长率;光合色素;正交设计

**中图分类号** Q948.8

大型海藻是重要的海洋自然资源,可食用并可作为饲料、工业原料和有机肥料,有些物种还含有一些天然活性物质在抗菌方面也有广泛应用,是具有较高价值的资源(Wang *et al.*, 1994; Takahashi *et al.*, 2002; Smith, 2004)。同时,在改善环境、净化水体、为海洋动物提供栖息地和繁育场所等方面也起着重要作用(丁兰平等, 2011; 黄冰心等, 2013)。温度和盐度是影响海藻生长及光合作用的重要环境因子。海藻的季节性消亡及其地理分布与其所处环境的温度变化息息相关。对海藻温度性质的研究不仅可以确定其所属区系,甚至能判断该物种的分布潜力(邓蕴彦等, 2011),为经济海藻的引进栽培提供可靠的理论依据。不同的海藻其生长的适宜温度不同,有研究表明,脆江蓠最适温度为17—20℃(金玉林等, 2012),龙须菜最适温度为25℃(刘树霞等, 2009),而鼠尾藻在15—20℃时保持较快生长(姜宏波等, 2009)。汤晓荣等

(1997)研究发现,坛紫菜自由丝状体不同生长发育阶段其最适温度也不相同。海水盐度的变化会引起海藻生活环境渗透压的改变,使其遭受渗透胁迫甚至离子毒害等不利影响。盐胁迫会影响植物生长、光合、蛋白合成、能量和脂类代谢等几乎所有的重要生命过程(王波等, 2007)。对盐胁迫应激机制的研究已成为近年来植物抗逆性的研究热点之一(Zhu, 2001)。此外,温度和盐度还是造成海藻体内色素、蛋白质及碳水化合物等变化的主要因素,关于这方面的研究国内外均有报道(Lapointe *et al.*, 1984; 金玉林等, 2012; Chen *et al.*, 2012)。

刺枝鱼栖苔(*Acanthophora spicifera*)隶属于红藻门、仙菜目、松节藻科、鱼栖苔属,主要分布于我国台湾及南海海域,以及日本、印度尼西亚、澳大利亚、印度洋、大西洋等海域(曾呈奎等, 2011)。刺枝鱼栖苔富含多种营养成分如氨基酸、维生素、蛋白质等,在

\* 国家自然科学基金面上项目资助, 31070185 号, 31270257 号; 广东省科技计划项目资助, 2011B031100010 号, 2012A020200007 号; 广东省高等学校人才引进项目资助, 2011 年; 汕头市科技计划项目资助, 2011-162 号, 2012-171 号。丁兰平, E-mail: 977106218@qq.com

通讯作者: 黄冰心, E-mail: bxhuang@stu.edu.cn

收稿日期: 2012-12-28, 收修改稿日期: 2013-04-22

食品工业方面有很广泛的用途;同时它富含卡拉胶,可作为稳定剂、增稠剂使用(Parekh *et al*, 1989),是南中国海可供栽培的经济海藻之一。国内外学者对刺枝鱼栖苔的研究工作主要集中在其化学成分的研究(Wahidulla *et al*, 1991; 王超杰等, 1998; 史大永等, 2007),关于环境因子尤其是温度与盐度交互作用对刺枝鱼栖苔生长及光合色素影响的研究目前未见报道。笔者结合近两年的野外调查,就温度和盐度对刺枝鱼栖苔生长及其几种光合色素的影响进行了初步研究,以期确定刺枝鱼栖苔生长的适温和适盐条件,为其栽培生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

刺枝鱼栖苔取自广东汕头南澳岛临海鱼虾养殖池塘。带回实验室用灭菌海水充气培养一周。试验前随机选取形态颜色相近的藻体去除表面杂质备用。

### 1.2 试验设计

温度(A)设 15、20、25、30℃四个水平,盐度(B)设 15、20、25、30、35、40、45 共 7 个梯度,按表 1 双因子 4×7 的组合分为 28 组,每组设 3 个重复,总共 84 个处理。每个处理取备用藻体(1.0±0.017)g 用 D9cm 培养皿进行培养,每个培养皿各装相应处理的 50mL 灭菌海水,然后分别放在对应温度的恒温培养箱(GXZ-300D, 中国宁波江南仪器厂出品)内持续培养,设置光照强度为 60μmol/(m<sup>2</sup>·s),光暗比 12:12,试验周期为 15d。每 3 天更换一次海水。分别在实验第 5、10、15 天称量刺枝鱼栖苔鲜重(fresh weight, FW)并记录藻体的形态变化。在培养第 15 天后测定刺枝鱼栖苔中叶绿素 *a* (chl *a*)、类胡萝卜素(Car)、藻红蛋白(PE)、藻蓝蛋白(PC)含量。

### 1.3 分析方法

相对生长速率(relative growth rate, RGR)通过测定藻体在培养 *n* 天内藻体鲜重(FW)的变化,利用公式  $RGR(\%/d) = [\ln(W_t/W_0)/t] \times 100\%$  求得。其中  $W_0$  为初始 FW,  $W_t$  为 *t* 天后的 FW, *t* 为培养时间(d),藻体称量

前用吸水纸吸干。

叶绿素 *a* (chl *a*) 的含量根据 Porra(2002)的公式计算,类胡萝卜素(Car)的含量根据 Parsons 等(1963)的公式计算。藻红蛋白(PE)、藻蓝蛋白(PC)含量参考 Beer 等(1985)的方法测定。所有光合色素提取液的吸光值均使用岛津紫外可见分光光度计 UV-2501 测定。

## 2 结果

### 2.1 温度和盐度对刺枝鱼栖苔 RGR 的影响

从图 1 可以看出,在相同的温度条件下,刺枝鱼栖苔 RGR 在盐度 15—45 范围内随盐度的升高呈现先升高后下降的趋势,盐度 20 时 RGR 最高为 4.33% (25℃, 20)。当盐度高于 20 或者低于 20 时,刺枝鱼栖苔 RGR 随盐度升高或降低而降低。除(15℃, 15)处理外,在盐度 15—35 范围内,各处理中刺枝鱼栖苔均保持较高的 RGR。而当盐度高于 35 时,刺枝鱼栖苔的生长受到明显抑制,甚至出现负增长现象,相比于 20 处理, RGR 降幅最大为 103.73% (30℃, 45)。温度对刺枝鱼栖苔生长的影响十分明显,表现为在温度为 20℃和 25℃下其生长较快,在 15℃下刺枝鱼栖苔 RGR 明显低于其它温度组。以盐度 30 为例,温度为 25℃时刺枝鱼栖苔 RGR 最高为 3.35%,而在温度 15℃时, RGR 最高仅为 1.44%,相差近 1.5 倍。各温度组优劣顺序为 25℃>20℃>30℃>15℃。方差分析表明,温度与盐度对刺枝鱼栖苔 RGR 的影响差异显著 ( $P<0.05$ ),可见温度和盐度与刺枝鱼栖苔的生长快慢均有很大关系。但是在温度 15—30℃,盐度 15—45 范围内,温度和盐度双因子之间对刺枝鱼栖苔生长的交互影响作用不明显 ( $P>0.05$ )。方差分析同时表明,最适温度为 25℃,最适盐度为 20。

### 2.2 温度和盐度对刺枝鱼栖苔 chl *a* 和 Car 含量的影响

图 2a 表示不同温度及盐度条件下刺枝鱼栖苔 chl *a* 含量的变化,在相同的温度条件下,刺枝鱼栖苔 chl *a* 含量在盐度 20 时含量最高,最高可达 0.16mg/g (25℃, 20)。在盐度 15—35 范围内,刺枝鱼栖苔

表 1 温度(A)、盐度(B)正交设计  
Tab.1 Orthogonal design of temperature (A) and salinity (B)

因子	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
A1	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5	A1B6	A1B7
A2	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5	A2B6	A2B7
A3	A3B1	A3B2	A3B3	A3B4	A3B5	A3B6	A3B7
A4	A4B1	A4B2	A4B3	A4B4	A4B5	A4B6	A4B7

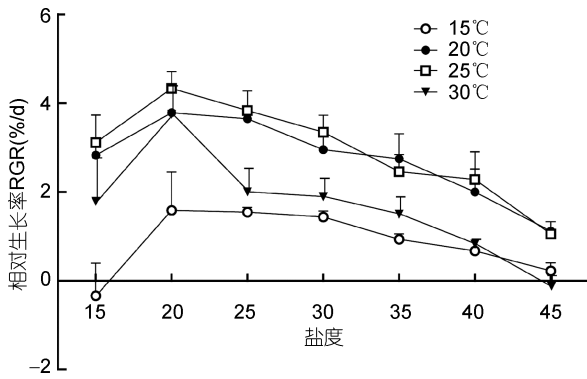


图1 温度和盐度对刺枝鱼栖苔 RGR 的影响

Fig.1 Effects of temperature and salinity on RGR of *A. spicifera*  
注: 图中每个处理组的 RGR 根据该处理组的 3 个重复在试验周期内分别测量的 3 次鲜重求得 3 个初始 RGR 平均值, 之后再取其平均值所得

chl *a* 含量较高, 当盐度超过 35 时, 随盐度的升高 chl *a* 含量下降明显, 最低仅为 0.03mg/g (30°C, 45)。在相同的盐度条件下, 刺枝鱼栖苔 chl *a* 含量在 25°C 时最高, 其次为 20°C, 15°C 时 chl *a* 平均含量最低。方差分析结果表明, 温度与盐度对刺枝鱼栖苔 chl *a* 含量的影响差异显著 ( $P < 0.05$ ), 但在试验温度与盐度范围内温度和盐度双因子之间对刺枝鱼栖苔 chl *a* 含量的交互影响作用不显著 ( $P > 0.05$ )。

图 2b 表示不同温度及盐度条件下刺枝鱼栖苔 Car 含量的变化, 在相同的温度条件下, 刺枝鱼栖苔 Car 含量在盐度 15—35 内保持较高水平, 最高 0.07mg/g (25°C, 25), 当高于 35 时随盐度的升高而逐渐降低, 但下降并不明显。在相同的盐度条件下, 刺枝鱼栖苔 Car 含量受温度变化影响较大, 20°C 与 25°C 下 Car 含量明显高于其它温度组 ( $P < 0.05$ ), 30°C 下 Car 含量最高仅为 0.03mg/g (30°C, 25)。双因子方差分析结果差异显著 ( $P < 0.05$ )。

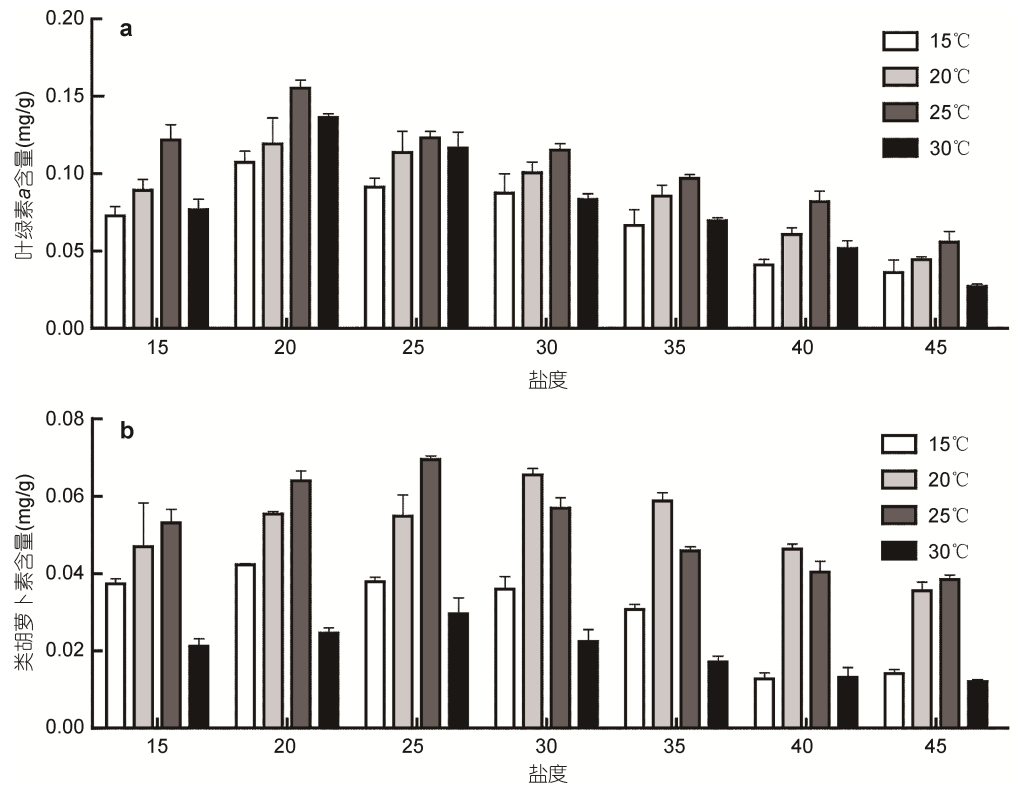


图2 温度和盐度对刺枝鱼栖苔 Chl *a*(a)及 Car(b)含量的影响

Fig.2 Effects of temperature and salinity on Chl *a* (a) and Car(b) contents of *A. spicifera*

### 2.3 温度和盐度对刺枝鱼栖苔 PE 和 PC 含量的影响

图 3a 表示不同温度及盐度条件下刺枝鱼栖苔 PE 含量的变化。据图可知, 在相同的温度条件下, 盐度 20 时 PE 含量最高, 为 0.30mg/g (30°C, 20)。当盐度高于或低于 20 时, 随盐度的升高或降低, 刺枝鱼栖苔 PE 含量呈逐渐下降的趋势。温度对刺枝鱼栖苔 PE 含量的影响作用显著, 在相同的盐度条件下, 15—25°C 范围内随温度升高 PE 含量增加, 30°C 时刺枝鱼栖苔仅在盐度 20 和 30 时 PE 含量增加, 其余盐度条件下含量降低。受高温高盐胁迫, 刺枝鱼栖苔 PE 含量明显降低, 最低为 0.01mg/g (30°C, 45)。方差分析结果显示, 温度与盐度对刺枝鱼栖苔 PE 含量的影响差异显著 ( $P < 0.05$ ), 在试验温度与盐度范围内两者对刺枝鱼栖苔 PE 含量的影响存在交互作用 ( $P < 0.05$ )。

不同温度及盐度条件下刺枝鱼栖苔 PC 含量的变化如图 3b 所示, 相同的温度条件下刺枝鱼栖苔 PC 含量在盐度 25 时最高, 达到 0.10mg/g (30°C, 25), 高盐胁迫下 PC 含量明显降低。相同盐度条件下, 温度对刺枝鱼栖苔 PC 含量的影响与 PE 相似, 高温条件下 PC 含量高于低温处理组。方差分析显示, 温度与盐度对刺枝鱼栖苔 PC 含量的影响差异显著 ( $P < 0.05$ ), 但在试验温度与盐度范围内两者对刺枝鱼栖苔 PC 含

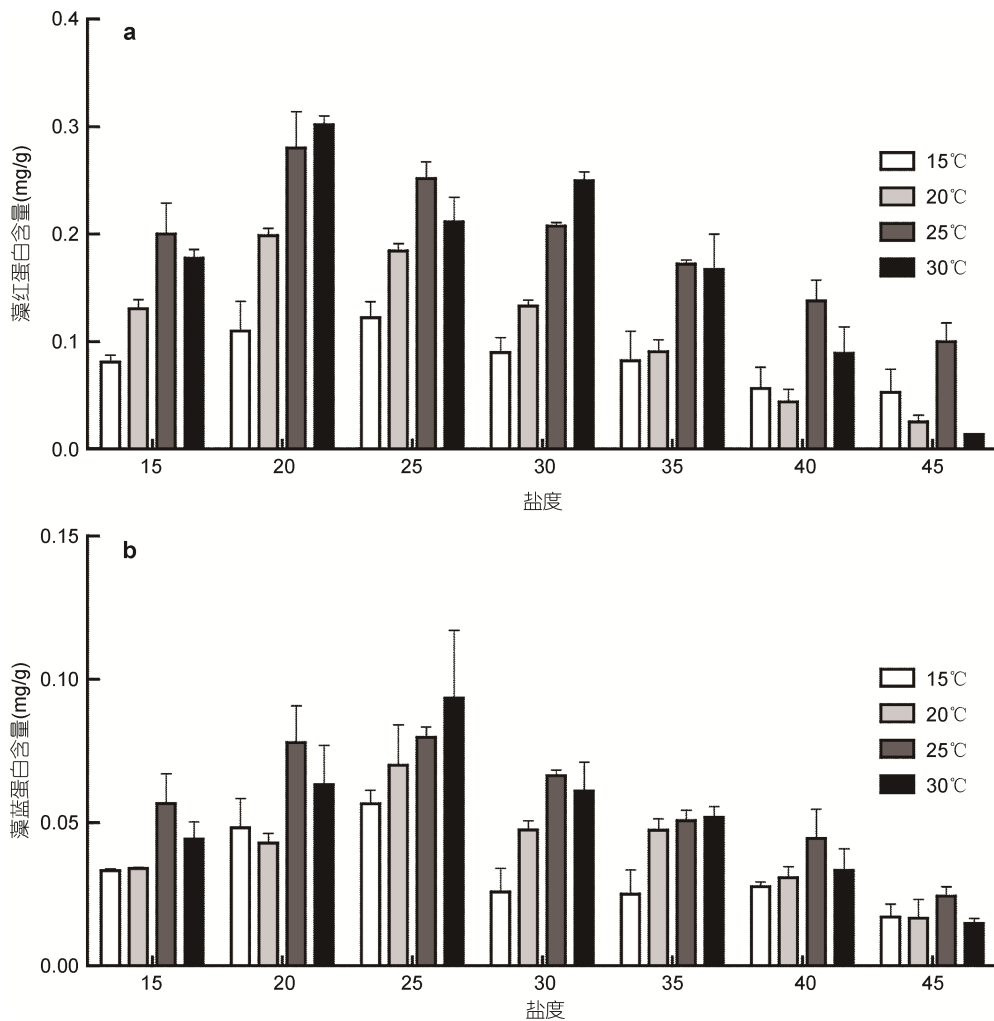


图3 温度和盐度对刺枝鱼栖苔 PE(a)及 PC(b)含量的影响

Fig.3 Effects of temperature and salinity on PE (a) and PC (b) contents of *A. spicifera*

量的交互影响作用不显著( $P>0.05$ )。

### 3 讨论

#### 3.1 温度对刺枝鱼栖苔生长的影响

温度是影响大型海藻生长和地理分布的重要环境因子,这已在许多研究结果中得到证实(邓蕴彦等, 2011; 刘静雯等, 2001)。南澳岛地处亚热带,海域年平均水温只有 20℃左右,夏季最高不超过 32℃,冬季最低为 12℃左右。作者在野外调查时发现,刺枝鱼栖苔在秋季生物量最大,而此时水温正好在 25℃左右,到了 12 月份,刺枝鱼栖苔藻体开始老化,藻体表面附着大量微藻或其它丝状附生藻类,其生物量也开始减少,到 1 月底,生物量锐减甚至消亡。试验结果表明:温度对刺枝鱼栖苔的生长有显著影响( $P<0.05$ )。当温度在 20—25℃时,刺枝鱼栖苔生长较快,在 25℃时其 RGR 最大(图 1),这与刺枝鱼栖苔自

然生长状况一致。在高温(30℃)条件下其相对生长率有所下降,但在低温(15℃)条件下其生长速率下降最快,可见刺枝鱼栖苔对高温有更强的适应性。在适宜的温度范围内,一定程度的温度升高会加快藻类光合作用暗反应的速度,促进生长(刘静雯等, 2001);而当温度超过适宜的范围,藻体的生长受到明显抑制,这可能与生长相关的酶的活性降低有关。

#### 3.2 温度对刺枝鱼栖苔光合色素的影响

试验结果表明温度对刺枝鱼栖苔生化组分具有显著影响( $P<0.05$ ),在 15—25℃范围内随温度的升高刺枝鱼栖苔 chl *a* 及 Car 含量增加,30℃时含量下降。金玉林等(2012)对脆江蕨的试验也得到相似的结果,并认为当超过海藻最适温

度后,随温度的升高,藻体色素含量下降是由于高温影响藻体细胞内相关酶的活性并加速叶绿素分解的结果。在一年四季中,高温往往伴随着高光强。夏季高温而且光照强度大,冬季低温且光照强度弱。笔者认为本研究结果也可能还与试验材料刺枝鱼栖苔生活环境有关,试验刺枝鱼栖苔取自南澳临海鱼虾养殖池塘,水层浅,最大深度仅 1m 左右,而且刺枝鱼栖苔多生长在沿岸较浅的硬基质(岩石、木棍、海草、泥沙等)上,当环境温度升高时水体升温较快且接近空气温度,刺枝鱼栖苔通过降低自身叶绿素的积累以减少光抑制现象的发生和高光强对机体的损伤。此研究结果表明这是刺枝鱼栖苔对高温环境的一种积极的自我保护反应。低温条件下 chl *a* 含量较高,可能是刺枝鱼栖苔应对冬季温度低、光照弱等不良环境条件的一种补偿性增加(Duke *et al.*, 1989)。冬季温度

低, 酶活力下降, 光合速率也会相应降低。较高的色素含量可以提高藻体的捕光能力, 从而降低对光照强度的要求以保证藻体正常生长。Car 能抑制细胞内自由基的产生, 防止膜脂过氧化从而起到抗氧化剂的作用。在 30℃ 时刺枝鱼栖苔 Car 含量下降明显, 部分原因可能是 Car 在抗氧化作用中伴随自身降解导致其含量下降。藻胆蛋白是红藻重要的捕光色素蛋白, PE 和 PC 是其中的两种, 有研究表明藻胆蛋白的合成受到光质和氮素影响(Grossman *et al*, 1993)。本试验结果显示, 在较高的温度(25—30℃)条件下, 刺枝鱼栖苔 PE 及 PC 含量要高于在较低的温度(15—20℃)条件下的含量, 表明温度变化也会引起刺枝鱼栖苔 PE 及 PC 含量的变化, 且高温可以一定程度上促进 PE 及 PC 的合成与积累。

### 3.3 盐度对刺枝鱼栖苔生长的影响

盐度与温度、光照以及营养盐等都是影响海藻生长的重要环境因子。海藻在进化过程中建立了对盐度变化的耐受性, 通过渗透调节物质的进出改变自身渗透压以保持细胞内外的水势平衡(Kirst, 1996)。试验研究发现, 盐度变化对刺枝鱼栖苔的生长影响具有显著差异( $P < 0.05$ )。在盐度 20—45 范围内, 随盐度的升高其 RGR 不断降低。而低于 20 时随盐度升高 RGR 呈上升趋势。盐度的变化势必引起海水渗透压的改变, 尽管在进化中建立起了对盐度变化的耐受性, 但在短暂的培养时间内, 刺枝鱼栖苔的生长明显受到了来自盐度变化所产生的影响。有报道表明, 盐度高低能影响藻体对 N、P 的吸收(钱鲁闽等, 2006)。应成琦等(2011)通过对斜生栅藻的研究认为藻体在盐胁迫存在时其生长受到抑制的主要原因是由于盐胁迫使藻体 chl *a* 含量下降所造成的。这在本试验结果中也有所体现(图 2a)。

### 3.4 盐度对刺枝鱼栖苔光合色素的影响

研究结果显示当盐度超过 20 时, 随盐度的继续升高, 刺枝鱼栖苔四种光合色素的含量均有不同程度的下降, 在高盐胁迫(40—45)下其色素含量下降最为明显。有报道表明, 盐胁迫能够破坏植物叶绿体的膜结构, 叶绿素作为类囊体膜上色素蛋白复合体的重要组成部分, 其含量必然随叶绿体膜结构的解体而降低, 进而降低植物的光合能力(张娟等, 2008), 此外, 国内外学者关于盐胁迫对藻光合作用影响的

研究发现盐胁迫还会影响 PS 光合反应的进行(龚红梅, 2006)<sup>1)</sup>。藻胆蛋白 PE 和 PC 含量随盐度升高而逐渐降低可能与盐胁迫抑制其合成或者加速它们的分解有关(Chen *et al*, 2012)。刺枝鱼栖苔光合色素含量在不同盐度梯度下的变化趋势与刺枝鱼栖苔 RGR(图 1)的变化趋势相吻合, 表明刺枝鱼栖苔 RGR 的变化是其体内色素含量变化的一种外在综合体现。对试验结果进行方差分析发现盐度与温度两个环境因子还存在协同影响。适宜的温度条件下刺枝鱼栖苔随盐度的变化其 RGR 变化浮动较小, 并可以扩大刺枝鱼栖苔的耐盐范围, 温度过高或过低都会降低其对盐度的耐受性。

## 参 考 文 献

- 丁兰平, 黄冰心, 谢艳齐, 2011. 中国大型海藻的研究现状及其存在的问题. 生物多样性, 19(6): 798—804
- 王 波, 宋凤斌, 张金才, 2007. 植物耐盐性研究进展. 农业系统科学与综合研究, 23(2): 212—216
- 王超杰, 王明焱, 苏镜娱等, 1998. 南中国海海藻刺状鱼栖苔的化学成分研究(I). 波谱学杂志, 15(3): 237—242
- 邓蕴彦, 汤晓荣, 黄冰心等, 2011. 强壮硬毛藻(*Chaetomorpha valida*) 的温度性质及其在中国海藻区系中的扩散潜力. 海洋与湖沼, 42(3): 404—408
- 史大永, 韩丽君, 孙 杰等, 2007. 刺状鱼栖苔化学成分研究. 中国中药杂志, 32(11): 1035—1037
- 刘树霞, 徐军田, 蒋栋成, 2009. 温度对经济红藻龙须菜生长及光合作用的影响. 安徽农业科学, 37(33): 16322—16324
- 刘静雯, 董双林, 2001. 光照和温度对细基江蓠繁枝变型的生长及生化组成影响. 青岛海洋大学学报, 31(3): 332—338
- 汤晓荣, 费修缙, 1997. 光温与坛紫菜自由丝状体生长发育的关系. 海洋与湖沼, 28(5): 475—482
- 应成琦, 陆建学, 么宗利等, 2011. 盐碱胁迫对斜生栅藻生长及光合特性的影响. 海洋渔业, 33(4): 429—435
- 张 娟, 姜闯道, 平吉成, 2008. 盐胁迫对植物光合作用影响的研究进展. 农业科学研究, 29(3): 74—80
- 金玉林, 吴文婷, 陈伟洲, 2012. 不同温度和盐度条件对脆江蓠生长及其生化组分的影响. 南方水产科学, 8(2): 51—57
- 姜宏波, 田相利, 董双林等, 2009. 温度和光照强度对鼠尾藻生长和生化组成的影响. 应用生态学报, 20(1): 185—189
- 钱鲁闽, 徐永健, 焦念志, 2006. 环境因子对龙须菜和菊花心江蓠 N、P 吸收速率的影响. 中国水产科学, 13(2): 257—262
- 黄冰心, 丁兰平, 谭华强等, 2013. 我国沿海马尾藻属(*Sargassum*) 的物种多样性及其区系分布特征. 海洋与湖沼, 44(1): 69—76
- 曾呈奎, 夏邦美, 丁兰平等, 2011. 中国海藻志, 红藻门, 仙菜

1) 龚红梅, 2006. 盐胁迫对螺旋藻光合作用影响的研究. 北京: 中国科学院研究生院(植物研究所)博士学位论文, 1—108

- 目, 松节藻科. 北京: 科学出版社, 6—8
- Beer S, Eshel A, 1985. Determining phycoerythrin and phycocyanin concentrations in aqueous crude extracts of red algae. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 36(6): 785—792
- Chen M, Tang Y L, 2012. Investigation on the detrimental effects of salt stress on photosynthesis of *Spirulina platensis*. *Agricultural Science & Technology*, 13(8): 1625—1627, 1770
- Duke C S, Litaker W, Ramus J, 1989. Effect of temperature, N supply, and tissue N on ammonium uptake rates of the *Ulva curvata* and *Codium decorticatum*. *J Phycol*, 25: 113—120
- Grossman A R, Schaefer M R, Chiang G G *et al*, 1993. The phycobilisome, a light-harvesting complex responsive to environmental conditions. *Microbiological Reviews*, 57(3): 725—749
- Lapointe B E, Dawes C J, Tenore K R, 1984. Interactions between light and temperature on the physiological ecology of *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales: Rhodophyta). *Marine Biology*, 80(2): 171—178
- Parekh R G, Doshi Y A, Chauhan V D, 1989. Polysaccharides from marine red alga *Acanthophora spicifera*, *Grateloupia indica* and *Halymenia porphyroides*. *Indian Journal of Marine Sciences*, 18(2): 139—140
- Parsons T R, Strickland J D H, 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equation for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21: 155—163
- Porra R J, 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the determination of chlorophylls *a* and *b*. *Photosynthesis Research*, 73(1—3): 149—156
- Smith A J, 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: a review. *Journal of Applied Phycology*, 16: 245—262
- Takahashi Y, Daitoh M, Suzuki M *et al*, 2002. Halogenated metabolites from the New Okinawan red alga *Laurencia yonaguniensis*. *Journal of Natural Product*, 65(3): 395—398
- Wahidulla S, D' Souza L, Kamat S Y, 1991. Dipeptides from the red alga *Acanthophora spicifera*. *Phytochemistry*, 30(10): 3323
- Wang W L, Chiang Y M, 1994. Potential economic seaweeds of Hengchun Peninsula, Taiwan. *Economic Botany*, 48(2): 182—189
- Zhu J K, 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2): 66—71

## EFFECTS OF TEMPERATURE AND SALINITY ON GROWTH AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF MARINE RED ALGA *ACANTHOPHORA SPICIFERA*

DING Lan-Ping, SUN Guo-Dong, HUANG Bing-Xin,  
CHEN Shan-Wen, CHEN Wei-Zhou  
(Shantou University, Shantou, 515063)

**Abstract** The effects of temperature and salinity on growth and photosynthetic pigment of marine red alga *Acanthophora spicifera* were investigated by orthogonal design. Results reveal that it was suitable for the growth in a range of 20—30°C and 15—35, best at 25°C and 20—25, in temperature and salinity respectively. The double factors showed significant effects on the photosynthetic pigment (chl *a*, Car, PE and PC) of *A. spicifera*. High salinity stress decreased distinctly the contents of photosynthetic pigments while high temperature promoted the synthesis and accumulation of PE and PC.

**Key words** *Acanthophora spicifera*; red algae; relative growth rate; photosynthetic pigment; orthogonal design