

温度对琼枝麒麟菜生长及色素含量的影响

梁 磊^{1,2}, 方 哲¹, 黄惠琴¹, 朱 军¹, 鲍时翔¹

(1. 中国热带农业科学院 热带生物技术研究所, 海南 海口 571101; 2. 海南大学 农学院, 海南 海口 570288)

摘要: 为进一步提高海南琼枝麒麟菜(*Betaphycus gelatinum*)产量, 本研究主要探讨了温度对琼枝麒麟菜生长及色素含量的影响。结果表明, 温度对琼枝麒麟菜生长的影响比较明显, 27℃时琼枝麒麟菜生长最快, 随着温度的升高或者降低, 琼枝麒麟菜生长率均降低, 长期低于 18℃或者高于 36℃会造成琼枝麒麟菜的死亡。在 27℃时琼枝麒麟菜含水量最低, 干物质积累最快, 即光合作用率最大。不同温度下琼枝麒麟菜色素含量与生长率变化趋势基本一致, 其藻胆蛋白含量远远大于叶绿素含量。

关键词: 琼枝麒麟菜(*Betaphycus gelatinum*); 温度; 色素; 生长

中图分类号: S965.117 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)03-0087-04

doi: 10.11759/hyxx20100406002

琼枝麒麟菜(*Betaphycus gelatinum*)隶属于红藻门(Rhodophyta)、真红藻纲(Florideae)、杉藻目(Gigartinales)、红翎菜科(Solieriaceae)、琼枝藻属(*Betaphycus*), 是热带、亚热带性海藻, 分布在中国、菲律宾、日本、印度尼西亚等地, 在我国主要分布于海南岛、西沙群岛和台湾岛等热带海区^[1]。

琼枝麒麟菜中富含的卡拉胶, 在食品、医药、日化及其他科研领域有着极为重要的应用^[2]。此外, 琼枝麒麟菜含有丰富的生物活性物质如海藻多糖、海藻氨酸及多种微量元素等, 具有抗肿瘤活性。琼枝麒麟菜中含有大量的藻胆蛋白, 不仅具有良好的捕光活性, 而且在抗病毒、抗癌症、提高机体免疫力、消炎、抗氧化等方面具有很好的效果^[3]。目前, 藻胆蛋白在食品与化妆品添加剂、保健食品生产等方面得到了广泛的应用, 同时在癌症治疗和分子检测研究方面也受到极大重视^[4-5]。琼枝麒麟菜是极具开发潜力的热带海洋藻类之一^[5]。

作为南海特有的热带海藻, 国内对琼枝麒麟菜的基本生物学特性的研究仍相当薄弱。目前在国内市场上大部分琼枝麒麟菜直接作为凉拌菜食用, 其直接或间接加工的各种食品有非常好的保健价值和市场前景, 尤其是在中国北方市场上供不应求。但是海南的琼枝麒麟菜养殖业受环境因素严重, 其中温度是最大制约因素之一。冬季受到自北方的寒潮的影响, 海水温度降低, 对于热带琼枝海藻麒麟菜会造成严重危害。2008年, 湖南等地遭到严重冰雪灾害的同时, 海南的琼枝麒麟菜养殖业也受到这次寒流的沉重打击, 琼枝麒

麟菜死亡严重, 部分区域甚至全部死亡。作者在海南昌江海尾一个养殖基地经过一年才恢复到寒流以前的养殖规模。因此本研究主要分析了温度对琼枝麒麟菜生长的影响, 旨在为琼枝麒麟菜的人工养殖提供技术支持, 也为琼枝麒麟菜的研究提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

琼枝麒麟菜取自海南昌江大唐海水养殖有限公司养殖基地, 运回实验室后用消毒海水冲洗 2~3 次, 放置于培养容器内室温下暂养。实验前从暂养藻体取(1±0.05) g 切段, 以供实验用。

1.2 实验方法

1.2.1 藻体培养

藻体均采用 1L 塑料烧杯培养, 每杯放一个切段, 加海水 800mL, 海水取自海口西海岸海域。海水相对密度 1.024, pH8.53, 10 d 更换一次海水, 用氮磷钾 16:7:8 的农用复合肥配制 500:1 的肥料水, 每 5 天把琼枝置于肥料水中浸泡 5 min。

收稿日期: 2013-06-22; 修回日期: 2013-11-12

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAC18B04-5); 海洋公益性行业科研专项(20144180402); 中国热带农业科学院本级基本科研业务费专项资金项目(1630052014007)

作者简介: 梁磊(1983-), 男, 河南睢县人, 研究方向为海洋生物学, E-mail: lianglei1106@163.com; 鲍时翔, 通信作者, 博士, 研究员, 电话: 0898-66988564, E-mail: baoshixiang@itbb.org.cn

1.2.2 实验设计

共设 36、33、30、27、24、21、18、15℃ 共 8 个梯度, 每个梯度 3 个平行组。置于智能光照培养箱内(海曙赛福 PGX-250C), 光强 5000 lx, 光照周期 L:D=12:12。

1.2.3 生长率

藻体日相对生长率(R_{DG})用下式计算:

$$R_{DG} = \frac{W_f - W_i}{W_i \times d}$$

公式, W_i 为起始质量, W_f 为最终质量, d 是培养天数。

1.2.4 叶绿素

叶绿素含量测定方法参见侯福林^[7]的方法。

1.2.5 藻胆蛋白

藻胆蛋白含量测定方法参见张薇君的方法^[8]。

1.2.6 含水量

取琼枝, 用吸水纸吸干表面水分, 称质量为 W_1 ; 105℃ 条件下烘干 12 h, 称质量为 W_2 ; 干物质含量计算公式为 $(W_2/W_1) \times 100\%$; 含水量计算公式为 $(1 - W_2/W_1) \times 100\%$ 。

1.2.7 数据的处理与分析

数据以平均值表示, 所得数据用统计软件 SAS9.0 进行单因子方差分析, 以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果

2.1 温度对琼枝麒麟菜存活的影响

琼枝麒麟菜可在 33~21℃ 的海水中生长, 30~27℃ 生长最快。在 36℃ 以上或者 21℃ 以下均不能正常生长, 琼枝麒麟菜在低于 18℃ 的海水中

20 天内全部死亡。长期处于较低温度下会造成琼枝麒麟菜的白化死亡。

2.2 温度对琼枝麒麟菜日生长率的影响

作为热带海藻, 琼枝麒麟菜对低温较为敏感。27℃ 时日生长率最高, 达 0.9%, 从 27℃ 到 36℃ 日生长率从 0.9% 下降到 0.63%, 从 27℃ 到 18℃ 日生长率从 0.9% 降到 0。方差分析表明, 27℃ 时琼枝日生长率显著比其他温度下高(图 1)。

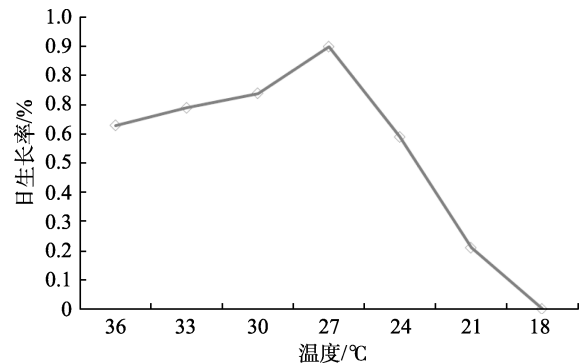


图 1 温度对琼枝麒麟菜日生长率的影响

Fig.1 Effect of temperature on the growth rate of *Betaphycus gelatinum*

2.3 温度对琼枝麒麟菜含水量的影响

温度是影响植物生长的重要因素, 对琼枝麒麟菜干物质积累和含水量有一定的影响, 实验结果如表 1 所示。

实验表明, 随着温度的升高, 琼枝麒麟菜的含水量逐渐降低, 27℃ 时含水量最低, 温度继续升高, 影响琼枝麒麟菜的正常生长, 含水量有所增加。琼枝麒麟菜在 27℃ 时生长率最高, 含水量最低, 干物质积累最快。

表 1 温度对琼枝麒麟菜含水量的影响

Tab.1 Effect of temperature on the moisture content of *Betaphycus gelatinum*

温度(℃)	36	33	30	27	24	21	18
含水量(%)	81.3	80.4	79.7	78.5	79.9	81.2	82.6

2.4 温度对琼枝麒麟菜色素含量的影响

2.4.1 对叶绿素含量的影响

与最高生长率出现在水温 27℃ 不同, 琼枝麒麟菜叶绿素 a 含量的峰值出现在水温 30℃, 达到 78μg/g, 水温 33、27、24、21℃ 时叶绿素 a 含量次之, 水温在 36、18℃ 时叶绿素 a 含量最低(图 2)。15℃ 时琼枝麒麟菜 20 天内白化死亡, 不再测定其叶绿素含量。方差分析表明, 海水温度 30℃ 时琼枝麒麟菜叶

绿素 a 含量显著比其他条件下高, 但海水温度 18℃ 到 21℃ 之间琼枝麒麟菜叶绿素 a 含量差异不显著。叶绿素 b 在红藻中作用较小, 含量较少。

2.4.2 对藻胆蛋白含量的影响

与叶绿素 a 相同, 藻胆蛋白中的 PC、APC、PE 含量峰值也出现在 30℃, 分别为 987、930、287μg/g, 随着温度的升高或降低向两侧呈递减趋势(图 3)。方差分析表明, 30℃ 时琼枝麒麟菜藻胆蛋白各组分含量显著比其他温度时高。

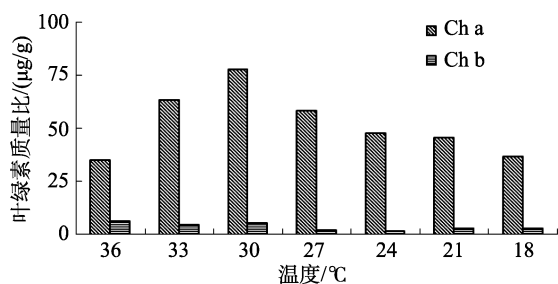


图 2 温度对琼枝麒麟菜叶绿素含量的影响

Fig.2 Effect of temperature on the chlorophyll content of *Betaphycus gelatinum*

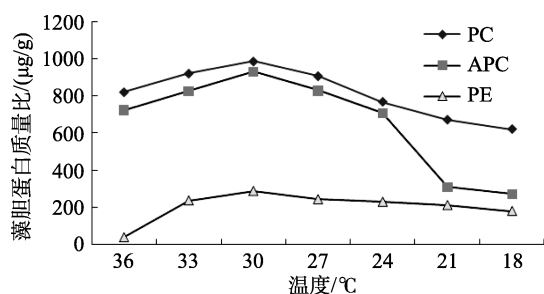


图 3 温度对琼枝麒麟菜藻胆蛋白含量的影响

Fig.3 Effect of temperature on the phycobiliprotein content of *Betaphycus gelatinum*

3 讨论

琼枝麒麟菜是热带海藻，在中国大陆地区沿海不能生长，仅分布于南海附近的海南、台湾及西沙、南沙等热带海区^[9-11]。在水温低于 20℃时琼枝不能正常生长，低于 18℃时 20 天内全部死亡，27℃时琼枝麒麟菜生长最快，含水量也最低。虽然在自然海区琼枝麒麟菜对低温的耐受性会有所增强，但是来自我国北方的强冷空气也会对海南的琼枝麒麟菜造成毁灭性打击。当然，海水温度高于 36℃时琼枝麒麟菜也不能生长，但是海南的琼枝麒麟菜养殖区海水温度一般不会高于 36℃。

叶绿素 a 含量大小与琼枝麒麟菜生长率趋势基本一致，叶绿素 b 变化不明显，差异不大。叶绿素 a 是所有植物的最重要的光合作用色素，而叶绿素 b 作为辅助色素，在琼枝麒麟菜的光合作用中不起重要作用。

藻胆蛋白含量大小与琼枝麒麟菜生长率趋势基本一致，可以推测藻胆蛋白含量与琼枝生长存在某种密切的关系。藻胆蛋白各组分含量一般是叶绿素 a 的 10 倍左右，一方面说明藻胆蛋白在琼枝麒麟菜光合作用中起着重要作用，另一方面也可以为从琼枝麒麟菜中提取藻胆蛋白提供依据。

参考文献:

- [1] 匡梅, 曾呈奎, 夏邦美. 中国麒麟菜家族的分类研究[J]. 海洋科学集刊, 1999, 41: 168-198.
- [2] 宁发子, 何新益, 殷七荣, 等. 卡拉胶的特性与应用[J]. 食品工业, 2002, 3: 30-32.
- [3] 张美如, 许璞, 朱建一, 等. 藻胆蛋白的研究和应用[J]. 科学养鱼, 2006, 10: 69-70.
- [4] 刘镜格. 红藻藻胆蛋白的分离与鉴定[J]. 热带海洋, 1985, 4(1): 76-78.
- [5] 王仲孚, 赵谋明, 彭志英, 等. 藻胆蛋白研究[J]. 生命的化学, 2000, 20(2): 72-75.
- [6] 蔡玉婷. 麒麟菜的栽培技术及其经济价值[J]. 福建水产, 2004, 25(1): 57-59.
- [7] 侯福林. 植物生理学教程[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 57-58.
- [8] 张薇君, 郝纯彦. 出口螺旋藻粉中藻胆蛋白测定方法的研究[J]. 光谱仪器与分析, 1999, 3: 8-9.
- [9] Clinton J D, Lluismann A O, Trono G C. Laboratory and field growth studies of commercial strains of *Eucheuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* in the Philippines[J]. Journal of Applied Phycology, 1994, 6: 21-24.
- [10] Cristian B, Edison J P, Fungyi C. Germination and survival of tetraspores of *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) introduced in subtropical waters of Brazil[J]. Phycological Research, 2008, 56: 39-45.
- [11] Hurtado A Q. Growth and carrageenan quality of *Kappaphycus striatum* var. *sacoli* grown at different stocking densities, duration of culture and depth[J]. J Appl Phycol, 2008, 20: 551-555.

The effect of temperature on the growth and pigment content of *Betaphycus gelatinum*

LIANG Lei^{1, 2}, FANG Zhe¹, HUANG Hui-qin¹, ZHU Jun¹, BAO Shi-xiang¹

(1. Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Haikou 571101, China; 2. Agricultural college, Hai Nan Univesity, Haikou 570288, China)

Received: Jun., 22, 2013

Key words: *Betaphycus gelatinum*; temperature; pigment; growth

Abstract: This paper focused on the effect of temperature on the growth and pigment content of *Betaphycus gelatinum* and provided useful information for promoting yield. The results showed that temperature had significant effect on the growth of *Betaphycus gelatinum*. It had a highest growth rate at 27°C and the growth rate decreased both when the temperature increased or decreased. The *B. gelatinum* would die when the temperature was higher than 36°C or lower than 18°C. The dry matter content arrived at the peak value with the lowest moisture content at 27°C, indicative of the maximum photosynthetic rate. The trend of the growth rate of *B. gelatinum* is basically coincident with that of the pigment content, and the phycobiliprotein content was far higher than the chlorophyll content at different temperatures.

(本文编辑: 梁德海)