

# 三十烷醇对海萝孢子萌发、幼苗及藻体生长的影响

陈素文<sup>1</sup>, 吴进锋<sup>1</sup>, 陈利雄<sup>1</sup>, 陈师亮<sup>2</sup>, 肖瑞红<sup>2</sup>

(1 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东广州 510300; 2 华南农业大学动物科学学院, 广东广州 510642)

**摘要:**研究了三十烷醇对海萝孢子萌发、幼苗及藻体生长的影响。第1个试验,用0.50、1.00、2.00 mg·L<sup>-1</sup>的三十烷醇分别对附着后3 d的海萝孢子进行14和24 h的浸泡,每隔10 d处理1次,共处理3次,试验进行2个月。第2个试验,用0.25、0.50、1.00、2.00 mg·L<sup>-1</sup>的三十烷醇浸泡平均长度为1.5 mm海萝幼苗,分别处理1次和4次(每隔15 d处理1次),每次处理时间24 h,试验进行2个月。第3个试验,用0.50、1.00、2.00 mg·L<sup>-1</sup>的三十烷醇分别对海萝藻体进行18和24 h的浸泡,只处理1次,试验进行1个月。试验结果表明:三十烷醇对藻体增质量及幼苗长度生长影响不明显,对幼苗的分叉以及孢子萌发形成的盘状体的生长、萌发、存活影响显著。三十烷醇质量浓度为0.50和1.00 mg·L<sup>-1</sup>时,对海萝盘状体的生长及盘状体萌发出直立体都有促进作用,其中,0.50 mg·L<sup>-1</sup>的三十烷醇,处理14 h效果最好;2.00 mg·L<sup>-1</sup>三十烷醇处理24 h时,其盘状体的生长和存活比对照组明显差。0.25~2.00 mg·L<sup>-1</sup>三十烷醇对幼苗的分叉都具有促进作用,处理4次的效果比处理1次的好;而处理1次的以质量浓度为1.00 mg·L<sup>-1</sup>的效果最好,且与处理4次的相似。

**关键词:**三十烷醇; 萌发; 生长; 盘状体; 幼苗; 藻体; 海萝

中图分类号: S968.433

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2011)01-0078-05

## The Effect of Triacontanol on the Germination of Spore and the Growth of Germling and Frond of *Gloiopeltis furcata*

CHEN Su-wen<sup>1</sup>, WU Jin-feng<sup>1</sup>, CHEN Li-xiong<sup>1</sup>, CHEN Shi-liang<sup>2</sup>, XIAO Rui-hong<sup>2</sup>

(1 South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China;

2 College of Animal Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Three experiments were conducted to study the influence of triacontanol on the germination of spore, and growth of germling and frond in *Gloiopeltis furcata*. In experiment 1, the attachment spores after incubation for 3 d following inoculation were dipped in triacontanol at concentration of 0.50, 1.00, 2.00 mg·L<sup>-1</sup>, and for 14 or 24 h, respectively. The dipping was repeated at 10-d intervals for 3 times. In experiment 2, 1.5-mm long germling was dipped in triacontanol at concentrations of 0.25, 0.50, 1.00 and 2.00 mg·L<sup>-1</sup>, respectively for 24 h. The treatments were carried out for once or repeated 4 times at 15-d intervals, respectively. In experiment 3, the frond was dipped in triacontanol at concentrations of 0.50, 1.00 and 2.00 mg·L<sup>-1</sup> once for 18 or 24 h, respectively. The results revealed that triacontanol had no effect on the mass gain and frond growth, but significantly affected spore germination and germling outshoot ramification. At concentrations of 0.50 or 1.00 mg·L<sup>-1</sup>, triacontanol promoted the spore germinating disc growth and the germinating burgeons, with the best effects achieved by dipping in concentration of 1.00 mg·L<sup>-1</sup> for 14 h. Treatment with triacontanol at concentration of 2.00 mg·L<sup>-1</sup> and for 24 h impaired discs growth and survival. Concentrations of 0.25–2.00 mg·L<sup>-1</sup> all enhanced the germling outshoot ramification, with better results achieved after 4-time repeated treatment than once single dipping.

**Key words:** triacontanol; germination; growth; disc; germling; frond; *Gloiopeltis furcata*

收稿日期: 2010-01-21

作者简介: 陈素文(1968—), 女, 研究员, E-mail: chensuwen407@163.com

基金项目: 广东省科技计划项目(2006B20201061); 中国水产科学研究院南海水产研究所中央级公益性科研院所专项资金项目(2007TS01); 广东省海洋渔业科技推广专项(A200899E01)

海萝 *Gloiopeltis furcata* 隶属于红藻门红藻纲隐丝藻目内枝藻科海萝属,广泛分布在我国沿海地区,山东一带俗称“牛毛”,广东沿海俗称“赤菜”、“红菜”、“胶菜”<sup>[1]</sup>.海萝属藻类直接食用、药用和作为浆料的历史悠久<sup>[1]</sup>.从20世纪90年代开始,海萝属藻类被广泛应用于食品、药品和纺织工业<sup>[1-2]</sup>,而对其抗肿瘤功能的研究<sup>[3-4]</sup>,则进一步提高其经济价值和市场需求.到目前为止,海萝属藻类仍然停留在天然开采和粗放式增殖状态,由于其价格高(干品价格高达400元/kg),群众自发采摘的热情高,以致于采摘过度,资源遭到破坏,对其进行人工育苗及增殖的研究成为必然.在海萝属藻类人工育苗中,孢子从附着到长出直立体需要较长时间,在这过程往往由于其他杂藻或霉菌的侵害等原因造成孢子萌发成的盘状体没法萌发出直立体.因而,研究如何促进盘状体生长及萌发就成为海萝属藻类人工育苗的一个关键.另一方面,研究如何缩短育苗及养殖时间也就是如何提高幼苗及藻体的生长也成为海萝属藻类育苗及养殖的关键.三十烷醇(TA)是一种植物生长调节剂,可促进植物细胞的分裂和生长,促进植物对矿物质的吸收,增强其呼吸强度和光合作用<sup>[5]</sup>.目前三十烷醇已试验用于水稻、黄瓜等多种农作物,效果显著<sup>[6-7]</sup>;用于3种单胞藻、螺旋藻、扁藻、紫菜、海带、小石花菜等的试验也都表明其明显的促生长作用<sup>[8-16]</sup>,对绳江藜的生长及孢子萌发也有显著效果<sup>[17]</sup>.本试验采用不同质量浓度三十烷醇分别对海萝附着孢子、幼苗、藻体进行处理,试验其促生长发育的效果,有望为海萝的人工育苗及养殖提供参考.

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验条件

采用人工智能气候培养箱进行控温及控制光照,控制温度为16℃、光照为7000 lx,光周期为10 h(光):14 h(暗).试验于2007年2月—2009年6月期间进行,根据海萝不同的生长发育阶段,分期进行试验,每个试验重复1次.

### 1.2 材料

三十烷醇系由厦门大学化工厂生产的三十烷醇乳片,其纯度为每片0.25 g,用开水(90℃以上)配成质量浓度为500 mg·L<sup>-1</sup>的母液,放凉用于试验.培养用水为盐度32‰的海水黑暗沉淀5 d后经400目筛绢过滤.

海萝成熟种藻取自于深圳杨梅坑,种藻释放出孢子后让其均匀附着于载玻片上,附苗后第4 d,取

附着孢子数差异性不显著、孢子平均附着密度6 mm<sup>-2</sup>的载玻片,用于三十烷醇对孢子的影响试验.从实验室所培育的幼苗中,选择长度为1.4~1.6 mm,且不分枝的幼苗作为试验用的幼苗.供试验用的海萝藻体取自广东汕头南澳县坪屿岛,藻体高度1.1~2.4 cm,平均藻体高度为1.55 cm.

### 1.3 方法

1.3.1 三十烷醇对孢子萌发的影响试验 每个500 mL烧杯底部放1片附有孢子的载玻片并加入300 mL海水.用不同质量浓度三十烷醇(0.50、1.00、2.00 mg·L<sup>-1</sup>)分别进行不同时间(14、24 h)处理.每一种处理设3个平行组,每隔10 d处理1次,共处理3次,每次处理后即换新鲜海水.日常管理是每周换水3次,在试验进行半个月后每次换水时添加营养盐,其质量浓度为硝酸钠10 mg·L<sup>-1</sup>、磷酸氢二钾1 mg·L<sup>-1</sup>.试验进行1个月和2个月时用显微镜测量盘状体的大小,每片载玻片随机测量10个盘状体,对于盘状体形状不是圆形的测最长和最小边,取平均值;试验进行2个月时用显微镜(放大倍数10×10)随机测量每片载玻片20个视野中的盘状体数以及萌发出直立体的盘状体数.盘状体的萌发率以每个视野中萌发出直立体的盘状体数占每个视野中总盘状体数来计算.

1.3.2 三十烷醇对幼苗生长的影响试验 用100 mL的锥形瓶装100 mL海水,每瓶装10棵幼苗.用不同质量浓度三十烷醇(0.25、0.50、1.00、2.00 mg·L<sup>-1</sup>)分别进行不同次数的处理(1、4次).处理4次的每隔15 d处理1次,每次处理时间都为24 h,每种处理分别设置3个平行组.每周换水2次,换水时添加营养盐(硝酸钠10 mg·L<sup>-1</sup>,磷酸二氢钾1 mg·L<sup>-1</sup>).试验进行了8周,结束时测量全部幼苗的长度及分枝数.分枝率为每瓶幼苗总的分枝数与幼苗数的百分比率.

1.3.3 三十烷醇对藻体生长的影响试验 海萝藻体清洗干净后用滤纸吸去海萝藻体表面水分,再用干净纱布充分吸干后称其质量(所用电子天平分辨率为1 mg),每个500 mL锥形瓶放入(0.50±0.01)g藻体,加入200 mL海水后,用不同质量浓度的三十烷醇(0.50、1.00、2.00 mg·L<sup>-1</sup>)分别进行不同时间的处理(18、24 h),只处理1次,处理后的藻体用海水冲洗干净后,加入400 mL添加营养盐的海水(硝酸钠10 mg·L<sup>-1</sup>、磷酸二氢钾1 mg·L<sup>-1</sup>)进行培养.每周换水2次,换水时添加营养盐.试验进行1个月,结束时用滤纸吸去海萝藻体表面水分,再用干

净纱布充分吸干后称其质量。

#### 1.4 数据分析

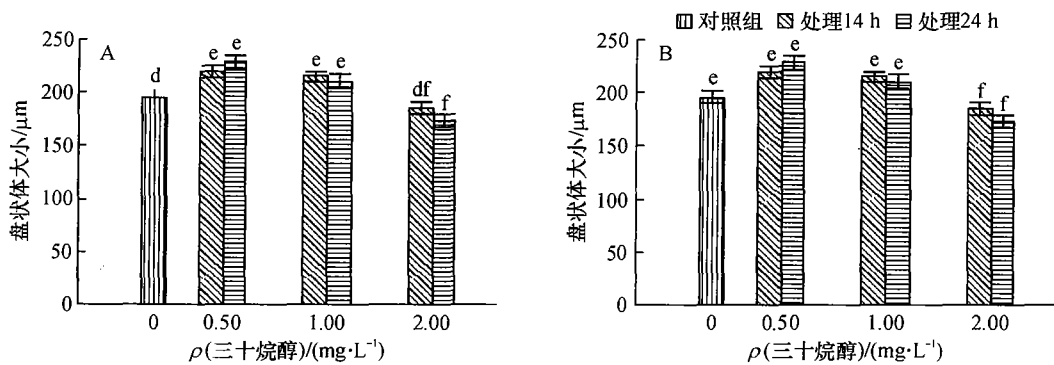
采用统计软件 SPSS 12 进行方差分析. 不同数据之间的差异性比较采用单因子方差分析的 LSD 进行多重比较.

## 2 结果

### 2.1 三十烷醇对海萝盘状体的影响

用于试验的海萝附着孢子处于萌发成为盘状体阶段,在用三十烷醇处理第1次后6 d,包括空白对照组在内的所有组,附着孢子基本上已萌发为盘状体. 1个月和2个月时,相同质量浓度,不同处理时间的组别之间,盘状体的大小差异不显著( $P > 0.05$ ).

用  $0.50$  和  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理的4个组之间,盘状体大小差异不显著( $P > 0.05$ ),这4个组的盘状体在1个月时,平均大小为  $(210.64 \pm 6.03) \sim (228.43 \pm 7.56) \mu\text{m}$ ,而空白对照组的盘状体大小为  $(195.32 \pm 5.15) \mu\text{m}$ . 方差分析表明这4个组与空白对照组的盘状体大小在1个月时差异显著( $P < 0.05$ ),而2个月时则差异不显著( $P > 0.05$ ). 用  $2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理14 h的组与对照组的盘状体大小在1个月时没有显著差异( $P > 0.05$ ),而2个月时,这一组与空白对照组有显著性差异( $P < 0.05$ ). 用  $2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理24 h的组,1个月与2个月时盘状体大小明显比对照组的小( $P < 0.05$ ) (图1).



凡柱上标有一个相同字母者,示组别之间差异不显著( $P > 0.05$ , LSD 法).

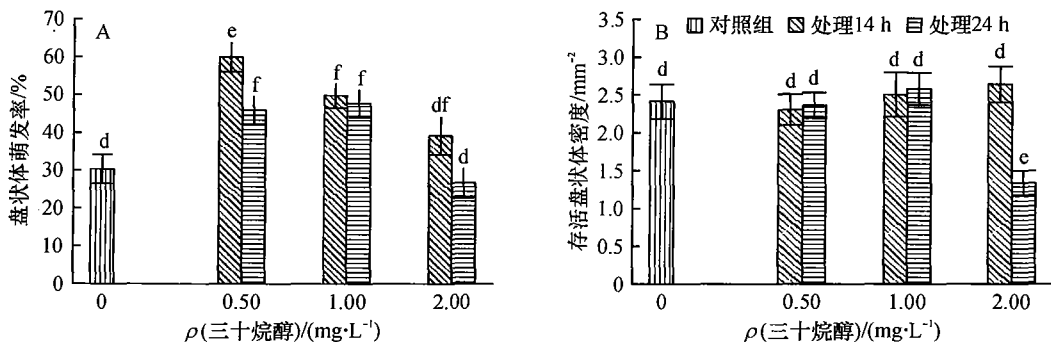
图1 1个月(A)和2个月(B)时不同处理组盘状体的大小

Fig. 1 The disc size of different groups at one month(A) and two months(B)

试验进行40 d左右,有些大小为  $250 \mu\text{m}$  以上的盘状体开始萌发出直立体,有些则继续扩大面积生长,试验进行2个月时,用  $0.50$  和  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇分别处理14、24 h的4个组,萌发出直立体的百分率明显比对照组的高( $P < 0.05$ ),其中,用  $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理14 h的组,萌发出直立体的百分率最高,达到59.9%,其他3组之间则没有显著

性差异. 用  $2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇分别处理14和24 h的组与对照组之间,萌发出直立体的百分率差异不显著( $P > 0.05$ ) (图2A).

试验进行2个月时,用  $2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理24 h的组,存活盘状体的密度明显比对照组及其他处理组的小( $P < 0.05$ ),而对照组与其他处理组之间,存活盘状体的密度差异性不显著( $P > 0.05$ ) (图2B).



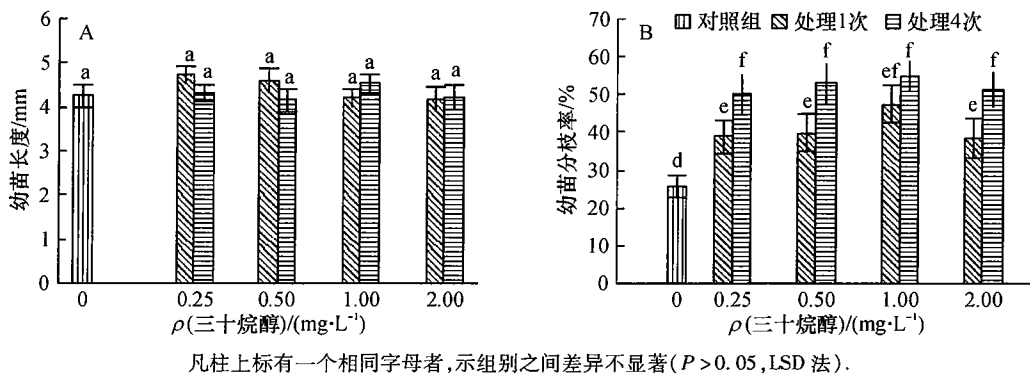
凡柱上标有一个相同字母者,示组别之间差异性不显著( $P > 0.05$ , LSD 法).

图2 2个月时不同处理组盘状体的萌发率(A)和存活密度(B)

Fig. 2 The germination rate(A) and survival density(B) of disc of different groups at two months

## 2.2 三十烷醇对幼苗生长的影响

用  $0.25 \sim 2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇分别处理海萝幼苗 1、4 次,不同组别之间,幼苗的长度差异不显著 ( $P > 0.05$ ) (图 3A),但幼苗产生分枝的百分率却有显著性差异 ( $P < 0.05$ ) (图 3B). 不同三十烷醇质量浓度处理 1 或 4 次,幼苗产生分枝的百分率都明显高



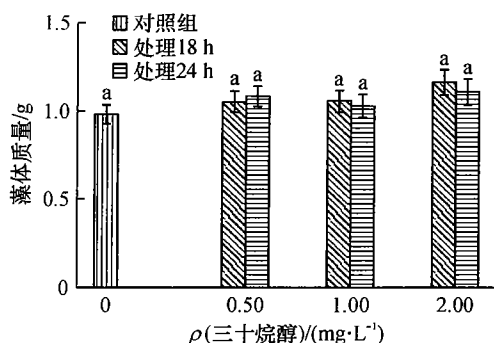
凡柱上标有一个相同字母者,示组别之间差异不显著 ( $P > 0.05$ , LSD 法).

图 3 2 个月时不同处理组幼苗的长度 (A) 及分枝率 (B)

Fig. 3 The length (A) and outshoot ramification rate (B) of germling of different groups at two months

## 2.3 三十烷醇对藻体生长的影响

用  $0.50 \sim 2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的三十烷醇对海萝藻体分别处理 18、24 h 后培养 1 个月,不同处理组之间海萝藻体的质量差别不明显,处理组与对照组之间也没有显著性差异 ( $P > 0.05$ ) (图 4),但藻体培养到 25 d 左右就陆续有孢子释放,经三十烷醇处理的藻体释放孢子的时间较早.



凡柱上标有一个相同字母者,示组别之间差异不显著 ( $P > 0.05$ , LSD 法).

图 4 1 个月时不同处理组藻体质量

Fig. 4 The mass of frond of different groups at one month

## 3 讨论与结论

三十烷醇对海藻的促进作用是各种各样的,如能够提高极大螺旋藻生物量及生化组成的含量;能够促进海带宽、厚的增长<sup>[14]</sup>;能够促进紫菜丝状体的成熟,提高紫菜的采苗率<sup>[13]</sup>;能够促进小石花菜藻体的增质

于对照组 ( $P < 0.05$ ). 处理次数相同的不同质量浓度三十烷醇处理组间,幼苗的分枝率没有显著性差异 ( $P > 0.05$ );处理 1 次的各组,除  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理的组,与处理 4 次的组幼苗分枝百分率差异不明显外,其他组的幼苗分枝率都明显比处理 4 次的组低 ( $P < 0.05$ ).

量<sup>[16]</sup>;能够促进绳江藻体的生长及孢子的萌发<sup>[17]</sup>. 本试验表明,三十烷醇对海萝幼苗的分叉和盘状体的生长、萌发有促进作用. 用  $0.50$  和  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇处理的孢子培养 1 个月时所形成的盘状体明显比对照组的大,而到 2 个月时,盘状体的大小却与对照组的相似,这并不是三十烷醇在 1 个月后抑制了盘状体的生长,而是有些盘状体停止面积的增长而开始萌发出直立体的缘故,从试验结果可看出这 2 个质量浓度作用下的盘状体萌发出直立体的百分率比对照组的高. 经三十烷醇处理过的海萝幼苗长度虽然没有明显地得到提高,但幼苗的分叉数却明显高于没处理过的,而海萝幼苗分叉数的增加也是其生长旺盛的一个特征,这说明了三十烷醇在一定程度上促进了海萝幼苗的生长. 三十烷醇对海萝藻体的质量增长影响不明显,但经三十烷醇处理的藻体释放孢子的时间较早. 关于三十烷醇是否促进了藻体的成熟则有待进一步研究.

张丽娟<sup>[17]</sup>的研究表明  $0.5 \sim 16.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇对绳江藻的孢子萌发及藻体的生长具有促进作用,最适为  $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  三十烷醇. 本试验的结果表明,三十烷醇对海萝孢子的合适作用质量浓度为  $0.50$  和  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,最适为  $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $2.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  则对盘状体的生长及存活有抑制作用,显然三十烷醇对海萝盘状体的最适作用质量浓度要比对绳江藻的低. 本试验所设三十烷醇对海萝孢子的最低作用质量浓度为  $0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,是否更低的质量

浓度对孢子的萌发更有利,有待进一步的研究.三十烷醇对海萝幼苗的影响试验是在对孢子影响试验基础上进行的,鉴于前面试验结果所得出的最适质量浓度为 $0.50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,因而在设计三十烷醇对幼苗的作用质量浓度上,采用了比 $0.50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 更低的质量浓度( $0.25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ),但试验结果表明三十烷醇对幼苗的最适作用质量浓度为 $1.00\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .这表明,三十烷醇对海萝幼苗的作用质量浓度要比对其孢子的高.

张丽娟<sup>[17]</sup>在用三十烷醇处理绳江葛附着孢子时采用24 h的处理时间,本试验则分别进行14和24 h的处理,结果表明处理时间的长短对海萝盘状体生长影响不明显,但对盘状体的萌发有影响,14 h的处理比24 h的好.梁玉林等<sup>[14]</sup>的试验表明,用三十烷醇浸泡海带苗,浸泡1次的比浸泡2次的效果好.本试验则表明,用三十烷醇处理海萝幼苗,浸泡4次的比1次的好.

姚南瑜等<sup>[15]</sup>的研究表明三十烷醇能提高海带叶绿素和岩藻黄素含量,促进光合作用,并可在相当长时间内,提高海带对磷酸盐和硝酸离子的吸收,还可使海带体内核酸含量增加,进而促进海带迅速生长.本试验没有研究三十烷醇对海萝的作用机制,但表现的研究表明合适质量浓度的三十烷醇对海萝盘状体和幼苗的生长均具有明显的促进作用,这可为三十烷醇用于海萝育苗提供参考.

#### 参考文献:

- [1] 夏邦美. 中国海藻志:第2卷:红藻门:第3册:隐丝藻目[M]. 北京:科学出版社,2004:50-53.
- [2] 九万田一巳,小松光男,新村巖,等. 鹿児島県水産技術のあゆみ:第3编:増・養殖部門-1[M]. 鹿児島:鹿児島県水産技術者OBなごさ会,2000.
- [3] 余杰,许肇成,颜璐璐,等. 海萝多糖抗突变与抗肿瘤作用的研究[J]. 汕头大学学报:自然科学版,2007,22(2):59-63.
- [4] REN D L, WANG J Z, NODA H, et al. The effects of an algal polysaccharide from *Gloiopeltis tenax* on transplantable tumors and immune activities in mice[J]. *Planta Med*, 1995, 61(2):120-125.
- [5] 刘德盛. 农作物增长剂:三十烷醇[M]. 北京:科学普及出版社,1986:3-40.
- [6] 李斌. 植物生长调节剂三十烷醇的研究进展[J]. 国外医学:卫生学分册,1992,5:272-275.
- [7] 范子南. 三十烷醇的若干生理效应[J]. 福建师范大学学报,1986,2(2):81-85.
- [8] 谢群,王明学,闰洪海,等. 三十烷醇对3种单细胞藻类生长的影响[J]. 华中农业大学学报,2006,25(3):286-290.
- [9] 张跃平,王大志,高亚辉,等. 三十烷醇对极大螺旋藻生物量及生化组成的影响[J]. 海洋学报,2006,28(1):106-110.
- [10] 郑凌凌,庄惠如,刘盛德. 三十烷醇乳粉对螺旋藻的促进作用及生理调控[J]. 应用与环境生物学报,2004,10(5):631-634.
- [11] 刘海涛,徐志明,陈敏资. 三十烷醇对亚心形扁藻生长的影响[J]. 水产科学,1993,12(3):23-25.
- [12] 苏维迎. 三十烷醇乳粉对紫菜产量和质量的影响[J]. 福建水产,1995,1:21-23.
- [13] 张秀文,潘元潮. 三十烷醇(TA)乳粉在紫菜丝状体育苗上的推广应用[J]. 水产养殖,1995(5):12-13.
- [14] 梁玉林,张全胜,丛义周,等. 三十烷醇乳粉在海带养殖上的应用试验[J]. 海洋湖沼通报,1994,3:69-73.
- [15] 姚南瑜,陈敏资. 三十烷醇对海带生长和生理活性的影响[J]. 水产学报,1989,13(2):133-137.
- [16] 张丽娟,吴志明. 三十烷醇对小石花菜藻体生长发育的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2004,12(4):117-118.
- [17] 张丽娟. 三十烷醇对绳江葛(*Gracilaria chorda* Holm)的生长与孢子萌发的影响[J]. 厦门水产学院学报,1996,18(2):8-12.

【责任编辑 柴 焰】