

3种植物生长激素对2种底栖硅藻生长速率的影响

李雅娟, 刘淑范, 李 梅
(大连水产学院 养殖系, 辽宁 大连 116023)

摘 要:采用原位光密度法探讨三十烷醇(TA)、吲哚乙酸(IAA)和赤霉素(GA₃)对咖啡形双眉藻(*Amphora coffeiformis*)和盔状舟形藻(*Navicula corymbosa*)生长速率的影响。单因子试验结果表明,3种植物生长激素对2种底栖硅藻生长速率均有显著的促进作用($P < 0.05$)。其中 IAA 和 GA₃ 对2种底栖硅藻的最佳质量浓度均为 0.5 mg/L, TA 对咖啡形双眉藻的最佳质量浓度为 1.0 mg/L, 对盔状舟形藻的最佳质量浓度为 0.1 mg/L。正交多因子试验结果表明,培养2种底栖硅藻的 TA、IAA 和 GA₃ 最佳质量浓度(mg/L)配比分别为:咖啡形双眉藻 0.5:0.5:0.5;盔状舟形藻 0.1:0.5:1.0。

关键词:咖啡形双眉藻;盔状舟形藻;三十烷醇;吲哚乙酸;赤霉素;生长速率

中图分类号:S949.270.5

文献标识码:A

文章编号:1005-8737(2002)01-0018-05

植物生长激素对高等植物的生长发育具有明显的促进作用,在农业生产上应用较多^[1]。近年来,将其应用于藻类的研究也开展起来。向曙光等^[2]研究表明,用增产素处理扁藻可以提高其抗热能力。陈敏资等^[3]研究了三十烷醇(TA)对几种单细胞藻类生长的影响,张芬来^[4]认为赤霉素(GA₃)可促进扁藻的生长,张庆等^[5]报道了植物生长调节剂对几种饵料微藻的影响,庄岩等^[6]研究了4种植物生长激素对海带雌配子体克隆生长的影响。关于植物生长激素对底栖硅藻生长速率的影响目前国内外尚未见报道。本文报道了3种植物生长激素对2种底栖硅藻生长速率的影响以及不同质量浓度及配比的植物生长激素组合对2种底栖硅藻生长速率的影响,以探讨其促进底栖硅藻增殖的最佳质量浓度及配比,为底栖硅藻的大量培养提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 藻种培养 咖啡形双眉藻(*Amphora coffeiformis*)和盔状舟形藻(*Navicula corymbosa*),藻

种取自辽宁师范大学植物生理实验室。藻种的培养方法同文献[7]。

1.1.2 试剂 3种植物生长激素分别为三十烷醇(TA)、吲哚乙酸(IAA)和赤霉素(GA₃)。

1.2 单因子试验

把 TA、IAA 和 GA₃ 3种植物生长激素分别添加到修改的“f/2”配方基础培养液中配成不同浓度的培养液^[8],盐度(31±1),pH 8.0;试验在 IL-82 型光照培养箱中用冷荧光灯进行培养,温度为(19.0±0.5)℃,其中咖啡形双眉藻的光照度为(3 900±100) lx,盔状舟形藻光照度为(2 000±200) lx,光暗周期为 12:12。以不加任何植物生长激素组为对照,每种植物生长激素设4个浓度梯度,试验重复2次,各设平行组。

1.3 正交试验

选用 L₉(3⁴)设计^[9]进行3因素3水平的正交试验(表1)。

1.4 藻类生长的测定

采用原位光密度法进行测定^[6],生长速率计算公式为:

$$K = \frac{\lg OD_{t_2} - \lg OD_{t_1}}{0.301(t_2 - t_1)}$$

式中 OD 为光密度值, t_1 为指数生长期开始时的天数, t_2 为指数生长期结束时的天数。

收稿日期:2001-04-29。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39470065)。

作者简介:李雅娟(1961-),女,硕士,副教授,从事海藻生理与遗传育种研究。

2 结果

2.1 单因子试验

2.1.1 TA对2种底栖硅藻生长速率的影响 TA对2种底栖硅藻生长有显著的促进作用($P < 0.05$)。由图1可见,TA处理咖啡形双眉藻后,对照组的生长速率为0.894;TA质量浓度为0.5、1.0、1.5、2.0 mg/L的4个处理组生长率分别为0.965、1.269、0.995、0.882。其最佳质量浓度为1.0 mg/L。TA处理盔状舟形藻后,对照组的生长速率为0.569;TA质量浓度为0.05、0.10、0.50、1.00 mg/L的4个处理组生长率分别为0.641、0.799、0.697、0.606。其最佳质量浓度为0.1 mg/L。

表1 正交试验设计

试验号 NO	Table 1 Orthogonal test design			mg/L
	TA* Triacanthol	IAA Indole acetic acid	GA ₃ Gibberellin	
1	1(0.5, 0.05)	1(0.1)	1(0.1)	
2	1	2(0.5)	2(0.5)	
3	1	3(1.0)	3(1.0)	
4	2(1.0, 0.1)	1	2	
5	2	2	3	
6	2	3	1	
7	3(1.5, 0.5)	1	3	
8	3	2	1	
9	3	3	2	

注:TA因子中,括号第2例数字为盔状舟形藻的3个水平,下同。

Note: The second values in TA-factor brackets are three levels for *N. corymbosa*. The same below.

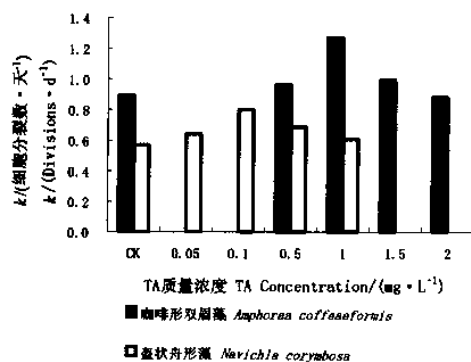


图1 三十烷醇(TA)对2种底栖硅藻生长速率的影响

Fig.1 Influences of Triacanthol (TA) on growth rates of the

two benthic diatoms

2.1.2 IAA对2种底栖硅藻生长速率的影响

IAA对2种底栖硅藻的生长有显著的促进作用($P < 0.05$)。由图2可知,IAA处理咖啡形双眉藻后,对照组的生长速率为0.863;IAA质量浓度为0.1、0.5、1.0、1.5 mg/L的4个处理组生长速率分别为0.980、1.223、1.020、0.874。其最佳质量浓度为0.5 mg/L。IAA处理盔状舟形藻后,对照组的生长速率为0.704;IAA质量浓度为0.1、0.5、1.0、1.5 mg/L的4个处理组生长速率分别为0.770、0.830、0.752、0.742。其最佳质量浓度为0.5 mg/L。

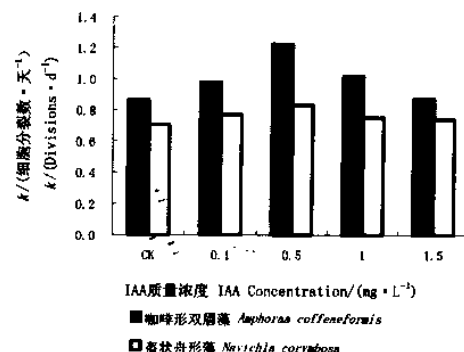


图2 吲哚乙酸(IAA)对2种底栖硅藻生长速率的影响

Fig.2 Influences of indole acetic acid (IAA) on growth rates of the two benthic diatoms

2.1.3 GA₃对2种底栖硅藻生长速率的影响

GA₃对2种底栖硅藻的生长有显著的促进作用($P < 0.05$)。由图3可见,GA₃处理咖啡形双眉藻后,对照组的生长速率为0.839;GA₃质量浓度为0.1、0.5、1.0、1.5 mg/L的4个处理组生长速率分别为0.927、1.006、0.901、0.864。其最佳质量浓度为0.5 mg/L。GA₃处理盔状舟形藻后,对照组的生长速率为0.700;GA₃质量浓度为0.1、0.5、1.0、1.5 mg/L的4个处理组生长速率分别为0.809、0.887、0.798、0.740。其最佳质量浓度为0.5 mg/L。

2.2 正交多因子试验

TA、IAA和GA₃3因子3水平的正交多因子试验结果(表2)表明,培养2种底栖硅藻的TA、IAA、GA₃的最佳质量浓度及配比对咖啡形双眉藻为0.5:0.5:0.5,对盔状舟形藻为0.1:0.5:1.0。

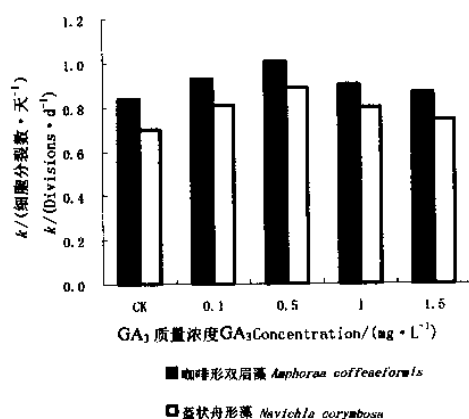
图3 赤霉素(GA₃)对2种底栖硅藻生长速率的影响Fig 3 Influences of indol acetic gibberellin (GA₃) on growth rates of the two benthic diatoms

表2 正文试验结果

Table 2 Results of orthogonal test 细胞分裂数 Divisions/d

试验号 No.	TA	IAA	GA ₃	生长速率 K Growth rate K	
				A	N
1	1(0.5, 0.05)	1(0.1)	1(0.1)	1.070	0.791
2	1	2(0.5)	2(0.5)	1.165	0.843
3	1	3(1.0)	3(1.0)	1.074	0.833
4	2(1.0, 0.1)	1	2	1.055	0.821
5	2	2	3	1.100	0.853
6	2	3	1	1.083	0.837
7	3(1.5, 0.5)	1	3	1.058	0.800
8	3	2	1	1.119	0.789
9	3	3	2	1.123	0.792
K ₁	A	2.308	3.182	3.272	
	N	2.466	2.411	2.416	
K ₂	A	3.237	3.383	3.343	
	N	2.511	2.485	2.456	
K ₃	A	3.299	3.280	3.230	
	N	2.380	2.461	3.239	
k ₁	A	1.103	1.061	1.091	
	N	0.822	0.804	0.805	
k ₂	A	1.079	1.128	1.114	
	N	0.837	0.828	0.819	
k ₃	A	1.100	1.094	1.077	
	N	0.793	0.820	0.828	
R	A	0.023	0.067	0.037	
	N	0.044	0.025	0.014	

注:A—咖啡形双眉藻 *Amphora coffeaeformis*; N—盔状舟形藻 *Navicula corymbosa*。

3 讨论

Ries 等^[10]认为, TA 能被植物很快吸收, 并能以

不变的形式活动, 它能激活某些酶的活性或改变 1 种细胞膜的结构, 从而使代谢过程和各种中间代谢产物发生变化。TA 作为植物生长激素在促进农作物方面已显示出巨大的作用^[11]。近年来, 将 TA 应用于海洋藻类的研究也有很多的报道。刘海涛等^[12]认为 TA 对亚心形扁藻生长有促进作用。本实验也证明了这一点。但 TA 对 2 种底栖硅藻最佳质量浓度的差别很大, 咖啡形双眉藻对 TA 反应不敏感, 最佳质量浓度偏高。而盔状舟形藻对 TA 反应敏感, 最佳浓度较低。这一结果与以往的单胞藻的实验结果基本一致。TA 对 2 种底栖硅藻的生长速率有促进作用, 但其作用机制尚待进一步探讨。

IAA 是生长素的 1 种, 其作用机理是活化质膜上的 ATP 酶, 促进细胞壁酸化, 增加其可塑性, 从而增加细胞渗透吸收的能力, 液泡不断增大, 细胞体积也增大; 还能促进 RNA 和蛋白质的合成, 为原生质体和细胞壁的合成提供原料, 保持持久性生长。许多实验证实, IAA 能促进和刺激许多单细胞藻类的生长, 如果缺乏, 在形态上则发生较大的变异^[13]。刘恩俭等^[14]报道了 IAA 在 40 mg/L 左右对细基江篱孢子体的萌发有促进作用, 庄岩等^[6]报道了 IAA 质量浓度低于 0.05 mg/L 时, 对细胞增殖无明显作用; 当质量浓度为 0.05 mg/L 时, 对细胞增殖效果最佳; 质量浓度高于 1.0 mg/L 时, 细胞增殖受到抑制。我们认为 IAA 能明显地促进 2 种底栖硅藻的生长, 且最适质量浓度均为 0.5 mg/L。低于或高于最佳质量浓度时, 2 种底栖硅藻的生长速率均有所下降。

GA₃ 对高等植物生长发育的促进作用已有很多报道^[15, 16]。外源 GA₃ 在藻类生长发育上的效应也有一些报道, 熊凡^[16]进行了赤霉素对加速淡水小球藻繁殖的实验, 证明其作用十分明显。张坤城^[17]研究指出, 质量浓度为 0.1 mg/L 的 GA₃ 可以诱导孔石莼 (*Ulvalactuca*) 管状结构的加长, 质量浓度为 0.1 mg/L 的 GA₃ 能使小球藻 (*Chlorella* sp.) 的产量增加 20%, 高浓度则有抑制作用; 质量浓度为 34 mg/L 时, 可使裸甲藻产量增加 40%。质量浓度为 0.4 mg/L 时, 可使昆布的生长增加 3 倍; 张芬来^[4]报道了 GA₃ 对于扁藻生长的最适质量浓度为 0.1 mg/L。本实验结果证明, GA₃ 对咖啡形双眉藻和盔状舟形藻生长速率有显著的促进作用, 其最质量佳浓度均为 0.5 mg/L, 低于或高于最佳质量浓度, 2 种底栖硅藻的生长速率均有所下降。

植物激素之间的相互作用对高等植物的生长常表现为 IAA 和 GA_3 具有相辅相成或相加的作用,甚至 IAA 在超最适质量浓度时, GA_3 仍具有相加的效果,但也有表现为抑制作用的^[18,19]。张芬来^[4]认为 NAA、 GA_3 、6-BA 不同组合对扁藻的生长、光合和呼吸强度具有一定的增效作用。关于 TA、IAA 和 GA_3 这 3 种植物生长激素的不同浓度组合对咖啡形双眉藻和盔状舟形藻生长速率的影响目前尚无报道。本实验证实, TA、IAA 和 GA_3 3 种植物生长激素的不同浓度对比对 2 种底栖硅藻的生长速率有促进作用,其最佳浓度及配比对于咖啡形双眉藻为 0.5:0.5:0.5,对盔状舟形藻为 0.1:0.5:1.0。

本实验中单因子结果相比,只有 IAA 的最佳质量浓度基本一致,TA、 GA_3 存在差异。如在正交多因子试验中咖啡形双眉藻的最佳 TA 质量浓度为 0.5 mg/L,而在单因子试验中为 1.0 mg/L,正交试验中盔状舟形藻的最佳 GA_3 质量浓度为 1.0 mg/L,而在单因子试验中为 0.5 mg/L。这 2 种藻正相反。上述差异很可能表明,TA、IAA、 GA_3 配合比例对底栖硅藻生长速率产生了一定程度的影响。对此尚需更深入的研究。

致谢:实验及论文得到王起华教授的悉心指导及何志辉教授的审阅,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Debata A, Murty K S. Translation & Senescence in Rice[J]. Ind J Exper Biol, 1981, 19: 986-987.
- [2] 向曙光, 陈明耀, 曾锡钦, 等. 植物生长调节剂处理海水单细胞的研究[J]. 湛江水产学院学报, 1986, 10(1): 46-52.
- [3] 陈敏资, 侯和胜, 刘海涛, 等. 三十烷醇对几种单细胞藻生长影响的研究[J]. 海洋与湖泊, 1994, 25(5): 510-513.
- [4] 张芬来. 植物激素影响扁藻生长的生理效应[J]. 浙江水产学院学报, 1987, 6(2): 121-125.
- [5] 张庆, 钱树本. 植物生长调节剂对几种饵料微藻的影响[J]. 青岛海洋大学学报, 1993, 23(1): 93-99.
- [6] 庄岩, 戴继勋, 崔竞进, 等. 四种植物生长激素对海带雌配子体克隆生长发育的影响[J]. 青岛海洋大学学报, 1999, 29(2): 260-264.
- [7] Wang Qihua, Wang Shuhong, Ding Mingjin, et al. Studies on culture conditions of benthic diatoms for feeding abalone. I. Effects of temperature and light intensity on growth rate[J]. Chin J Oceanol Limnol, 1997, 15(4): 296-303.
- [8] McLachlan F. Growth media-marine[A]. Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements[M]. London: Cambridge University Press, 1973. 25-51.
- [9] 中国科学院数学研究所统计组. 常用数理统计方法[M]. 北京: 科学出版社, 1973.
- [10] Ries S K, Violet F W. Rapid elicitation of second messengers by nanomolar doses of triacontanol and octacosanol[J]. Plana, 1988, 173: 79-87.
- [11] 刘德威. 农作物增产剂—三十烷醇[M]. 北京: 科学出版社, 1986. 10-37.
- [12] 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: 23-25.
- [13] 马志珍. 植物激素在单胞藻培养中的作用[J]. 海洋渔业, 1984, 6: 254-254.
- [14] 刘思俭, 林本松, 曾淑芬, 等. 植物生长刺激素、微量元素、营养盐对细基江蓠孢子体萌发的影响试验[J]. 水产学报, 1984, 8(2): 179-184.
- [15] 罗士伟, 黄文微. 赤霉素的生理作用 I [J]. 实验生物学报, 1960, 7(1-2): 93-104.
- [16] 熊凡. 赤霉素对加速小球藻繁殖的试验[J]. 植物生理学通讯, 1964, 6: 40-41.
- [17] 张坤城. 藻类生长物质[J]. 海洋湖沼通报, 1980, (2): 28-33.
- [18] 郑光植, 何静波, 王世林. 药用植物组织培养的研究 IV, 三分三细胞悬浮培养中的激素调节[J]. 植物生理学报, 1982, 8: 53-58.
- [19] 增田芳雄, 胜见台行, 令关英稚. 植物激素[M]. 北京: 科学出版社, 1981. 43-45.

Influences of three plant growth hormones on growth of *Amphora coffeaeformis* and *Navichla corymbosa*

LI Ya-juan, LIU Shu-fan, LI Mei

(Department of Aquaculture, Dalian Fisheries College, Dalian 116023, China)

Abstract: Different concentrations of triacontanol(TA), indole acetic acid (IAA) and gibberellin (GA₃) media were prepared using f/2 basic medium, respectively. Two species of benthic diatoms *Amphora coffeaeformis* and *Navichla corymbosa* were treated at water temperature (19.0 ± 0.5) °C, and light intensity ($3\,900 \pm 100$) lx and ($2\,000 \pm 200$) lx respectively. The one-factor test shows that the three plant growth hormones can enhance the growth of both diatoms significantly ($P < 0.05$). The optimum concentrations of IAA and GA₃ for both diatoms are 0.5 mg/L, but that of TA for *A. coffeaeformis* is 1.0 mg/L, and for *N. corymbosa* is 0.1 mg/L. The orthogonal test results show that the optimum concentration(mg/L) ratios of the three growth hormones are 0.5 : 0.5 : 0.5 for *A. coffeaeformis* and 0.1:0.5:1.0 for *N. corymbosa* when the growth rates are 1.165 and 0.853 Divisions/d, respectively.

Key words: *Amphora coffeaeformis*; *Navichla corymbosa*; triacontanol; indole acetic acid; gibberellin; growth rate