

研究简报

# 增产素在亚心形扁藻生产上的应用\*

## APPLICATION OF A PLANT HORMONE(4-BrPOAA) TO PRODUCTION OF *PLATYMONAS SUBCORDIFOMIS*

向曙光 陈明耀 黄卓华 曾锡钦 杨文 何况

(湛江水产学院 养殖系)

Xiang Shuguang, Chen Minyao, Huang Zhuohua,  
Zeng Xiqing, Yang Wen and He Kuang

(Zhanjiang Fisheries College)

亚心形扁藻是鱼、虾、贝幼体最为常用的活饵料。如何提高它的产量和质量问题,正引起各方面的关注。水稻生产中应用增产灵,使稻谷每公顷增产<sup>[1]</sup>4.46%;海带、紫菜的生产中,应用外源激素,产量提高了3~5倍<sup>[2]</sup>。一些研究还表明,激素在不同的环境条件下,对不同部分和不同年龄的植物体所起的生理作用不同,其生长结果也不一样<sup>[3]</sup>。我们在已有工作<sup>[4]</sup>的基础上,进行了增产素处理亚心形扁藻的生产性试验、不同培养因素试验及生理效应、产品质量分析和投喂海水动物的试验,现报导如下。

### 材料与方 法

1. 亚心形扁藻:藻种取自我院饵料生物培养室。由1000毫升三角烧瓶至1万毫升糖果缸到100万毫升水泥池逐渐培养藻种。

2. 增产素:系广西北海市海洋综合化工厂产的工业品。药液的配制比例为1:1500(W/V)

3. 培养液:采用湛江107号配方<sup>[5]</sup>加减,即每升培养液中含硝酸钠0.08克,磷酸二氢钾0.008克,柠檬酸铁0.001克,维生素B<sub>1</sub>200微克,维生素B<sub>12</sub>200微克。

4. 水质分析:试验用的海水比重为1.0167—1.020;pH值8.0—8.4;NH<sub>3</sub>-N含量15—22.5μg/L;溶解氧含量6.7—8.5mg/L;有机物耗氧量为1.04—1.12mg/L。

5. 试验池:扩大试验用容器为1万毫升糖果缸,培养水体为5000毫升;中型试验用100万毫升水泥池(1.2×1×0.8米),每池培养水体19万毫升;大面积试验用1250万毫升水泥池(4×2.5×1.2米),每池培养水体为130—200万毫升,水深15—20厘米。全部采用开放式、自然光的单种培养。

6. 生理指标和产品质量测定:用氧电极法测光和呼吸强度<sup>[6]</sup>;用血球计数板计数法和干重法<sup>[7]</sup>测定藻液浓度;用Arnon法<sup>[8]</sup>测定叶绿素含量;用苯酚法<sup>[9]</sup>测定碳水化合物含量;用克氏定氮法<sup>[10]</sup>测定蛋白质含量;用Nichols法<sup>[11]</sup>改进测定脂肪含量。

试验一般重复3次,有的试验如抗热性则重复有12次。

\*梁栋、邓成茂、黄昌健、何水养等同志协助或参加了本试验的部分工作,在此一并致谢。

收稿年月:1985年2月,1988年12月修改。

## 结果和讨论

### 一、不同规模试验

增产素 10ppm 浓度处理亚心形扁藻的中型试验中,细胞相对增长率为 33.32—38.01%,显然用增产素 10ppm 浓度偏低是可以肯定的;用增产素 30ppm 处理扁藻,其细胞相对增长率为 43.31—46.84% (表 1), 低于小型试验, 主要原因是藻种的培养液内加有发酵人尿, 增产素与人尿中的激素物质可能发生拮抗作用。增产素 50ppm 处理扁藻, 它的细胞相对增长率为 52.47—79.37% (表 2), 与小型试验<sup>[6]</sup>和扩大试验的结果相近。表 3 是在相同时间和同一生态条件下, 以 10、30、50ppm 增产素处理扁藻, 相比之下, 以 30ppm 增产素处理的效果较好, 其细胞相对增长率为 75.42%。表 1、表 3 和表 4 所载为中型试验的结果。

表 1 10、30ppm 增产素对亚心形扁藻生长的增效作用(1984)

Table 1 The Synergism of 10 and 30ppm Zengchansu on the growth of *P. Subcordiformis* (1984)

日 期	处 理	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增 长率(%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时 间 $G$ (小时)
12月3日—9日	对 照	34.54 ± 3.29	100	0.09	80.27
	10ppm 增产素	47.67 ± 3.73	138.01	0.11	65.67
12月7日—11日	对 照	24.31 ± 4.60	100	0.14	51.60
	10ppm 增产素	32.41 ± 3.86	133.32	0.16	45.15
12月13日—19日	对 照	26.44 ± 1.80	100	0.10	72.24
	10ppm 增产素	35.69 ± 4.73	134.98	0.12	60.20
11月23日—29日	对 照	39.25 ± 6.92	100	0.13	55.57
	30ppm 增产素*	56.25 ± 6.51	143.31	0.15	48.16
11月29日—12月5日	对 照	45.90 ± 4.87	100	0.10	72.24
	30ppm 增产素*	67.40 ± 3.85	146.84	0.12	60.20

接种量: 依次为 14.21, 9.19, 8.56 万个细胞/毫升; \*8.0, 14.85 万个细胞/毫升。

培养温度: 15.5—21℃; \*26.3—29.7℃。

光照强度: 2000—10000 米烛光; \*3000—8000 米烛光。

表 4 是大面积试验结果, 增产素浓度 35ppm 处理扁藻, 相对生长常数  $K'$  大于对照, 平均倍增时间  $G$  小于对照, 细胞相对增长率为 101.97%, 高于中型、扩大和小型试验结果; 它的培养周期 4 天左右, 与小型试验结果相同, 与正常生产相比, 生产周期缩短了一半左右。增产素浓度 22ppm 处理扁藻, 亦取得了较好的效果, 它的细胞相对增长率为 57.25%, 与中型试验用增产 20ppm 的细胞相对增长率 60.96% (表 3) 相近。

表2 50ppm 增产素对亚心形扁藻生长的增效作用(1984)  
Table 2 The synergism of 50ppm Zengchansu on the growth of  
*P. Subcordiformis* (1984)

试验	日期	处理	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率(%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)
扩大试验	6月2日—10日	对照	20.50 ± 5.85	100	0.0413	174.91
		增产素	94.80 ± 6.95	169.75	0.0584	123.69
	6月11日—17日	对照	16.20 ± 3.64	100	0.0502	143.90
		增产素	29.20 ± 4.36	180.24	0.0746	96.84
	6月22日—28日	对照	22.10 ± 6.86	100	0.0679	106.89
		增产素	38.70 ± 7.16	175.11	0.0955	75.64
*中型试验	12月17日—23日	对照	7.75 ± 3.04	100	0.0248	291.29
		增产素	12.25 ± 4.47	158.06	0.0360	200.67
	12月19日—25日	对照	8.19 ± 3.33	100	0.0287	251.71
		增产素	14.69 ± 3.66	179.87	0.0455	158.77
	12月25日—1月2日	对照	19.06 ± 2.52	100	0.0848	85.19
		增产素	29.06 ± 3.72	152.47	0.1054	68.54

接种量:依次为 18, 16.2, 14.2 万个细胞/毫升; \*19.0, 17.6, 6.7 万个细胞/毫升。

培养温度:26.3—29.7℃; \*9—13℃。

光照强度:3000—8000 米烛光; \*900—8000 米烛光。

表3 不同浓度增产素对亚心形扁藻生长的增效作用  
Table 3 The synergism of different concentration of Zengchansu  
on the growth of *P. Subcordiformis*

增产素 (ppm)	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率 (%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)
0	8.95 ± 2.25	100	0.0911	79.29
10	11.83 ± 3.26	132.18	0.1094	66.03
30	15.70 ± 3.15	176.42	0.1299	55.61
50	13.30 ± 2.51	148.60	0.1178	61.32
0	18.78 ± 2.52	100	0.0717	100.75
10 + 10*	30.23 ± 3.64	160.96	0.1080	66.89

\*培养 3 天后 + 10ppm 增产素

接种量:6, 4.9 万个细胞/毫升, 培养温度:13.5—18℃。

光照强度:2000—14000 米烛光, 900—8000 米烛光。

试验时间:1983 年 1 月 2 日—6 月, 1984 年 12 月 25 日—1985 年 1 月 2 日。

## 二、不同培养因素试验

1. 温度 对温度作了可变因素的研究, 对照组细胞净增长数为: 最适温度 > 低温 > 高温, 这与前人的研究一致<sup>[1]</sup>; 发现增产素处理的则不完全相同, 其细胞净增长数为: 最适温度 > 高温 > 低温, 高温与低温相比, 扁藻在高温时的生长更为有利(表 5.6)。

在 33℃ 以上的高温下培养时, 对照组的细胞呈现黄萎状态, 生长、繁殖受到较大抑制; 增产素处理的细胞云集上浮, 生长、繁育正常, 细胞相对增长率达 1107.06% (表 7), 可以肯定: 增产素能提高扁藻的抗热能力。外源激素对提高植物抗性方面有不少报道, Porto 等<sup>[12]</sup>对发芽的莴苣种子, 用 75℃ 高温处理

表4 增产素对亚心形扁藻生长的增效作用(1984,1985)  
Table 4 The synergism of Zengchansu on the growth of *P. subcordiformis* (1984,1985)

日期	处理	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率 (%)	相对增长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)
12月26日—1月3日	对照	14.41 ± 8.87	100	0.11	65.87
	增产素 22 ppm	22.66 ± 4.04	157.25	0.13	55.57
1月3日—7日	对照	16.67 ± 2.12	100	0.12	60.17
	增产素 35 ppm	33.67 ± 3.00	201.97	0.18	40.13

接种量:2.47,8.33 万个细胞/毫升。

培养温度:9—18℃,14—18℃。

光照强度:900—8000 米烛光,2000—14000 米烛光。

表5 最适温度下不同浓度增产素对亚心形扁藻生长的影响  
Table 5 Effects of different concentrations of Zengchansu on the growth of *P. subcordiformis* at optimal temperature

增产素 (ppm)	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率 (%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)
0	55.15 ± 5.76	100	0.2405	30.03
25	78.28 ± 17.24	141.94	0.2755	26.22
30	97.78 ± 6.39	177.29	0.2983	24.21
35	84.80 ± 10.65	153.76	0.2836	25.47
40	80.28 ± 7.19	145.57	0.2781	25.97
45	80.81 ± 9.97	146.53	0.2786	25.93
50	78.98 ± 13.71	143.21	0.2764	26.14

接种量:7.1 万个细胞/毫升。光照强度:5000—7000 米烛光。

培养温度:23.3—27.9℃。培养时间:1984 年 4 月 12 日—16 日。

表6 高温和低温下增产素对亚心形扁藻生长的影响  
Table 6 Effect of Zengchansu on the growth of *P. subcordiformis* at high and low temperature

时 间	1984.6.14—18				1984.10.25—1985.1.2			
	高温: 7-9(h)30.6-31℃ 9-19(h)31-34.5℃				低温:7-19(h) 9-13℃ 平均温度:10.59℃			
处 理	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率 (%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率 (%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)
对 照	3.25 ± 1.56	100	0.0414	174.49	17.32 ± 3.2	100	0.0732	98.69
增 产 素	39.25 ± 4.89	1107.06	0.2050	35.24	25.70 ± 7.0	148.38	0.0899	80.36

高温——接种量:7.0 万个细胞/毫升;增产素:40ppm;光照强度:5000—7000 米烛光。

低温——接种量:6.2 万个细胞/毫升;增产素:50ppm;光照强度:8000—9000 米烛光。

1小时,其生长受到抑制,如用激素处理就可使其生长恢复;Kurashi等<sup>[14]</sup>用激动素处理的植物即使碰到-2°C的低温也不会死亡。但是,增产素能提高扁藻的抗热性尚未有过报道。本试验结果,为解决我国南方夏季因高温而培养扁藻困难的问题,提供了切实可行的方法。

2. 光照强度 为结合生产情况,光照用不同强度的天然光。第一组试验在室内水泥池培养,有8小时为230—2400米烛光,有4小时为5000—11000米烛光;第二组试验用糖果缸放在窗台上培养,有8小时为4000—14000米烛光,有4小时为1000—3200米烛光。相比之下,第一组无增产效果,第二组的细胞相对增长率为91.46%(图1),与室外大面积试验的细胞相对增长率101.97%相近(表4)。Thimann<sup>[15]</sup>报道:在强光照射下,阿拉斯加豌豆吸收生长素的速度以及生长素的向顶运输都能受到促进。增产素类似于植物生长素,光有可能影响到对它的吸收,试验的第一组因处于低光照下,因而使增产素未发挥作用。

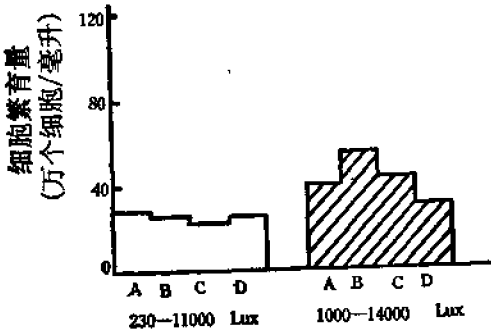


图1 增产素处理亚心形扁藻与光照强度的关系  
Fig. 1 The relation of Zengchansu on the *P. subcordiformis* to light intensity

细胞最终密度:A—对照 B—50ppm 增产素  
细胞净增长数:C—50ppm 增产素 D—对照  
培养温度:26.5—30°C

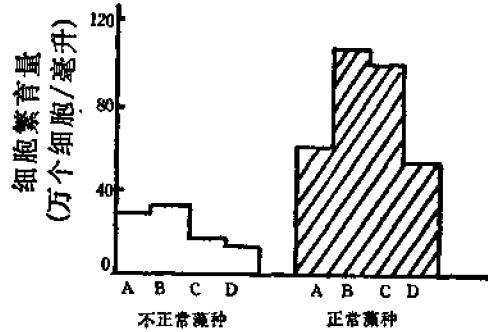


图2 增产素处理亚心形扁藻与藻种质量关系  
Fig. 2 The relation of Zengchansu on the quality of *P. subcordiformis*

细胞最终密度:A—对照 B—30ppm 增产素  
细胞净增长数:C—30ppm 增产素 D—对照  
培养温度:28.3—27.9°C  
光照强度:5000—7000米烛光

3. 藻种 由目测和显微镜检查确定正常藻种和不正常藻种。增产素处理正常藻种的细胞相对增长率为77.29%,不正常藻种仅达18.18%(图2),因而在试验时必须严格检查藻种的质量。

4. 发酵人尿 发酵人尿对扁藻生长有促进作用;增产素的增效作用大于发酵人尿;当增产素加发酵人尿培养扁藻时,发现细胞相对增长率由42.54%降低为17.75%(表7)。Carlisle等<sup>[12]</sup>认为动物激素能影响植物的生长,植物激素也能影响动物的发生和分化。人尿中的某些激素物质可能与增产素相结

表7 发酵人尿和增产素对亚心形扁藻生长的影响

Table 7 Effects of different solutions (Zengchansu, Zengchansu + fermented urine) on the growth of *P. subcordiformis*

培养液	不加发酵人尿				发酵人尿			
	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率(%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)	细胞净增长数 (万个细胞/毫升)	细胞相对增长率(%)	相对生长常数 $K'$	平均倍增时间 $G$ (小时)
对照	31.43 ± 5.9	100	0.1711	42.22	33.63 ± 1.2	100	0.1769	40.83
40ppm 增产素	44.80 ± 4.1	142.54	0.2026	35.65	39.60 ± 9.0	117.75	0.1914	37.74

接种量:8.2万个细胞/毫升;培养温度:27—29°C;光照强度:5000—7000米烛光。  
试验时间:1984年5月19日—24日。

抗,因而其增效作用出现明显的下降。

### 三、光合活性和呼吸能力的变化

用增产素处理亚心形扁藻,发现净光合速率明显的大于对照组,这尚未见有报道;光补偿点和光饱和点与对照组相近,但呼吸速度比是不同的。

### 四、蛋白质、碳水化合物、脂肪含量的变化

熊 几<sup>[13]</sup>用赤霉素处理小球藻,蛋白质含量提高,干物质增加 38.9-48%; Fowke 等<sup>[14]</sup>和 Thimann<sup>[15]</sup>用生长素处理马铃薯和菊芋块茎,蛋白质的绝对量增加;一些研究认为,干重量增加是碳水化合物、细胞壁构成物质、蛋白质等增加的反映<sup>[16,16,22]</sup>,我们用增产素处理扁藻得到相似的结果:蛋白质含量提高 0.27 倍,碳水化合物含量增加 0.63 倍;还发现脂肪含量有明显的增加(表 8)。赤霉素处理的淀粉种子还原糖含量增加<sup>[18]</sup>;赤霉素处理大豆植株淀粉量减少<sup>[17]</sup>,我们用增产素处理扁藻亦得到类似结果,发现可溶性糖增加。粗纤维含量无明显变化,叶绿素含量提高 0.34 倍。

表 8 增产素处理亚心形扁藻的生化比较(单位:毫克/克·干重)

Table 8 Comparison of biochemical composition of *P. subcordiformis* treated with Zengchansu (mg/g·dry wt)

处 理	藻体干重 (毫克/升)	叶 绿 素	蛋 白 质	碳 水 化 合 物	可 溶 性 糖	粗 纤 维	脂 肪
对 照	82.2±1.23	8.84±0.05	267.90±0.22	68.34±0.87	3.37±0.39	2.93±0.98	147.90±0.99
增产素 30-50ppm	121.60±7.52	11.85±0.18	339.80±0.22	111.54±2.22	3.55±0.59	2.90±0.29	168.20±0.00

### 五、投喂海水动物试验

1985 年 5 月在我院南三岛海水养殖场,用增产素培养的扁藻投喂近江牡蛎幼虫,经 13 天的饲养,其生长发育和成活率与对照比较,无不良影响(表 9)。

表 9 增产素处理亚心形扁藻对近江牡蛎幼虫生长发育的影响

Table 9 Effect of *P. Subcordiformis* treated with Zengchansu on the growth and development of larvae *Ostrea rivularis*

试 验	试验开始	试 验 结 束			
	幼虫数(万个)	幼虫数(万个)	变态幼虫(%)	变态幼虫平均大小(μ)	成活率(%)
对 照	8.16	0.27	40	334.8×333.7	3.3
处 理	9.42	0.37	16	329.2×351.6	4.0

海水比重:1.0129-1.0135;水温:26.2-31.0℃。

试验时间:1985 年 5 月 20 日-6 月 3 日。

1982 年 5 月于我院海养殖场,用增产素处理的扁藻投喂沙蚕幼虫时,其生长发育良好;1984 年 11 月至 1985 年 1 月投喂马氏珠母贝时,未发现异常现象。所有的试验结果表明:以增产素培养的扁藻,完全可以作为海水动物的饵料之用。

### 参 考 文 献

- 【1】 中山大学生物系植物生理组,1977. 增产灵、增产素及苯氧乙酸在水稻生产中的应用。中山大学学报(自然科学), (2):37-46。

- [2] 中国农业科学院资料室选译,1961。国外小球藻的试验和研究,116—117。上海科学技术出版社。
- [3] 刘思俭等,1985。江蕒的光合作用研究——不同光照强度对光合作用的影响,水产学报,9(1):29—35。
- [4] 向曙光等,1984。应用苯酚法测定植物组织中的碳水化合物。植物生理学通讯,2:42—44。
- [5] ——,1986。激素的适宜种类和浓度对海水单胞藻生长的影响。湛江水产学院学报,1:39—45。
- [6] 马志珍,1984。植物激素在单胞藻培养中的作用。海洋渔业,6:253—254。
- [7] 湛江水产专科学校主编,1979。海洋饵料生物培养,104,农业出版社。
- [8] 蔡武城、袁厚积主编,1982。生物物质常用化学分析法,100~101,科学出版社。
- [9] 熊几,1964。赤霉素对加速小球藻繁殖的试验。植物生理学通讯,6:40—41。
- [10] Arnon D.I.,1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in beta vulgaris. *Plant physiol.*, 24(1):1.
- [11] Butche, D. N.; Street, H. E., 1960. Effects of kinetin on the growth of excised tomato roots, *Physiol Plantarum.*, 13: 46.
- [12] Carlisle D. B., et al., 1963. Reciprocal effects of insect and plant-growth substances. *Nature.*, 200: 1230.
- [13] Fowke L., Setterfield, G., 1968. In biochemistry and physiology of plant growth substances, ed. by Wightman, F., Setterfield G., P. 581. The Runge Press, Ottawa.
- [14] Kuraishi, S., et al., 1966. Effect of cytokinins on frost hardness susumu kuraishi, takafumi tezuka, tadahiro ushijima and tadayoshi tazaki. *Plant and Cell Physiol.*, 7: 705.
- [15] McComb, A. J., 1966. The stimulation by gibberellic acid of cell wall synthesis in the dwarf pea plant. *Ann. Bot.*, 30: 155.
- [16] Monselise, S. P., Halevy A. H., 1962. Effects of gibberellin and Amo-1618 on growth, dry-matter accumulation, chlorophyll content and peroxidase activity of citrus seedlings. *Am. J. Bot.*, 49: 405.
- [17] Nands, K. K., Purohit, A. N., Adarsh, B., 1967. Effect of photoperiod, Auxins and gibberellic acid on rooting of stem cuttings of bryophyllum tubiflorum. *Physiol. Plantarum.*, 20: 1096.
- [18] Paleg, L. G., 1965. Physiological effects of gibberellins. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 16: 291.
- [19] Porto, F., Siegel S. M., 1960. Effects of exposures of seeds to various physical agents, III. Kinetin-reversible heat damage in lettuce seed. *Bot. Gaz.*, 122: 70.
- [20] Thimann, K. V.; Wardlaw I. F., 1963. The effect of light on the uptake and transport of indoleacetic acid in the green stem of the pea. *Physiol plant.*, 16: 368.
- [21] Thimann, K. V., Loos G. M., 1957. Protein synthesis during water uptake by tuber tissue. *Plant Physiol.*, 32: 274.
- [22] Wittwer, S. H., Bukovac M. J., 1958. The effects of gibberellin on economic crops. *Econ. Bot.*, 12: 213.