

文章编号: 1004 - 7271(2003)03 - 0215 - 04

## 植物生长调节物质对饵料微藻 蛋白质和氨基酸的影响

周 辉<sup>1</sup>, 黄旭雄<sup>1</sup>, 周洪琪<sup>1</sup>, 刘小刚<sup>1</sup>, 袁春红<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学渔业学院, 上海 200090 2. 上海水产大学食品学院, 上海 200090)

**摘 要** 在三角褐指藻、牟氏角毛藻、湛江等鞭藻的 f/2 培养液中分别添加植物生长调节物质三十烷醇(TA)、6-糠基腺嘌呤(6-FA)和生长素(2,4-D)在指数生长后期采收微藻,测定三种微藻的蛋白质和氨基酸含量。结果表明,分别添加 0.1 $\mu\text{g/L}$  TA、0.05 $\mu\text{g/L}$  6-FA、0.05 $\mu\text{g/L}$  2,4-D 能够极显著提高三角褐指藻的蛋白质及必需氨基酸的含量,分别添加 0.1 $\mu\text{g/L}$  TA、0.25 $\mu\text{g/L}$  6-FA、0.05 $\mu\text{g/L}$  2,4-D 能够显著或极显著提高牟氏角毛藻的蛋白质及必需氨基酸的含量,而三种植物生长调节物质使湛江等鞭藻的蛋白质及必需氨基酸的含量显著减少。

**关键词** 微藻;蛋白质;氨基酸;植物生长调节物质

中图分类号 S963.2 文献标识码: A

## The effect of plant growth and regulation materials on protein and amino acids of algae in bait

ZHOU Hui<sup>1</sup>, HUANG Xu-xiong<sup>1</sup>, ZHOU Hong-qi<sup>1</sup>, LIU Xiao-gang<sup>1</sup>, YUAN Chun-hong<sup>2</sup>

(1. Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. College of Food Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract** :In the f/2 foster liquid of *Phaeodactylum tricornutum*, *Chaetoceros muelleri* Lemmermann and *Isochrysis zhanjiangensis* Hu & Lui sp. nov we added separately I-Triacontano(TA), 6-Furfurylaminopurine (6-FA) and 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid(2,4-D). At the later stage in index, we gathered microalgae and determine the content of protein and amino acid. The result shows, separately added 0.1 $\mu\text{g/L}$  TA, 0.05 $\mu\text{g/L}$  6-FA, 0.05 $\mu\text{g/L}$  2,4-D can extremely notably improve the content of protein and amino in *Phaeodactylum tricornutum* and 0.1 $\mu\text{g/L}$  TA, 0.25 $\mu\text{g/L}$  6-FA, 0.05 $\mu\text{g/L}$  2,4-D can remarkable or notably improve the content of protein and amino in *Chaetoceros muelleri* Lemmermann. Three plant growth and regulation materials make *Isochrysis zhanjiangensis* Hu & Lui sp. nov's content of protein and amino acid reduce notably.

**Key words** microalgae; protein; amino acid; plant growth and regulation material

微藻生长繁殖迅速,环境适应性强,营养丰富,是苗种生产中优良的生物饵料,然而微藻作为生物饵

收稿日期 2003-02-21

基金项目:上海市教委重点学科项目(B991603)

作者简介:周 辉(1979-),男,山东淄博人,硕士生,专业方向为水产动物营养与饲料,Tel:021-68020138,E-mail:huizhou@shfu.edu.cn

通讯作者:周洪琪(1942-),女,上海人,教授,研究方向为水产动物营养与饲料,Tel:021-65710017,E-mail:hqzhou@shfu.edu.cn

料是否能够满足幼体的营养需求,这与微藻的大小、可消化性、尤其是营养价值有关。微藻的营养价值主要取决于其生化组成以及幼体的营养需求,在微藻的生化组成中除了脂肪、脂肪酸外,蛋白质与氨基酸特别是必需氨基酸的含量十分重要。鉴于植物生长调节物质在农作物中应用效果明显,它们在农作物和经济海藻上的研究较多,并已得到广泛应用<sup>[1-2]</sup>,而在微藻中的应用较少,仅见张庆<sup>[3]</sup>、陈敏资等<sup>[4]</sup>、李雅娟等<sup>[5]</sup>有关植物生长调节物质对微藻生长影响的报道。刘小刚<sup>[6]</sup>探讨了植物生长调节物质三十烷醇(TA)、6-糠基腺嘌呤(6-FA)、生长素(2,4-D)对三角褐指藻、牟氏角毛藻和湛江等鞭藻生长、脂肪、脂肪酸的影响,在此基础上,通过选用这三种植物生长调节物质能够极显著或显著提高微藻的生长、脂肪、脂肪酸含量的试验组,研究植物生长调节物质对微藻蛋白质和氨基酸含量的影响,从而为植物生长调节物质在微藻培养中适宜添加提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 藻种

试验所用三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*)、牟氏角毛藻(*Chaetoceros muelleri* Lemmermann)、湛江等鞭藻(*Isochrysis zhanjiangensis* Hu & Lui sp. nov.)取自于上海水产大学渔业学院水产动物营养与饲料室。

### 1.2 植物生长调节物质

试验所用三十烷醇(1-Triacontanol, 简称为TA, 分子式为 $C_{30}H_{62}O$ , 分子量为438.8)、6-糠基腺嘌呤(6-Furfurylamino purine, 简称为6-FA, 分子式为 $C_{10}H_9N_5O$ , 分子量为215.21)和生长素(2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, 简称为2,4-D, 分子式为 $C_8H_6O_3Cl_2$ , 分子量为221.04), 购于上海生化试剂商店, 均为化学纯。

### 1.3 微藻的培养与收获

试验在5L的三角烧瓶中进行, 营养盐采用f/2配方<sup>[7]</sup>, 植物生长调节物质添加水平如表1所示, 对照组和试验组各设置3个平行。连续充气, 光照强度平均为4000lx, 光照周期为12L:12D, 盐度为20。采用自然温度培养三种微藻: 培养三角褐指藻的温度为15.0~21.5℃; 培养牟氏角毛藻的温度为21.2~31.0℃; 培养湛江等鞭藻的温度为22.0~26.7℃。

在微藻指数生长末期进行收获, 低温4800r/min离心使微藻沉淀, 藻液经真空冷冻干燥, 藻粉在-20℃保存。

### 1.4 化学测定分析

采用凯氏定氮法来测定样品中蛋白质含量, 液相色谱法测定氨基酸的含量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 三种植物生长调节物质对三种微藻蛋白质的影响

三角褐指藻对照组的蛋白含量为干重的29.65%。添加三十烷醇、6-糠基腺嘌呤和生长素, 其蛋白质含量极显著高于对照组( $P < 0.01$ )。

牟氏角毛藻对照组的蛋白含量为20.21%。三种植物生长调节物质对微藻蛋白质含量的影响以生长素效果最佳, 6-糠基腺嘌呤效果次之( $P < 0.01$ ), 它们的蛋白质含量提高极显著, 而添加三十烷醇能显著提高该藻蛋白质含量( $P < 0.05$ )。

表1 三种植物生长调节物质添加水平

Tab.1 The addition level of three plant growth and regulation material

	三角褐指藻	牟氏角毛藻	湛江等鞭藻
对照组	0	0	0
三十烷醇/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0.1	0.1	0.5
6-糠基腺嘌呤/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0.05	0.25	0.25
生长素/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0.05	0.05	0.45

湛江等鞭藻对照组的蛋白含量为干重的40.87%。添加三种生长调节物质,该藻蛋白质含量均极显著的低于对照组 ( $P < 0.01$ ),其中添加三十烷醇和6-糠基腺嘌呤该藻蛋白含量减少极显著,添加生长素减少显著。

本试验三角褐指藻、牟氏角毛藻对照组的蛋白质含量与孙谧<sup>[8]</sup>、曹淑莉等<sup>[9]</sup>报道的含量(27.90%、25.26%)相似,与 Ben-Amotz<sup>[10]</sup>等(35.1%、36.1%)以及 Brown<sup>[11]</sup>等报道的含量(33%、33%)有较大的差距,可能是由于温度、光照、氮水平等培养条件的不同。本试验湛江等鞭藻的蛋白质含量与 Ben-Amotz<sup>[10]</sup>等、Brown<sup>[12]</sup>等报道的球等鞭藻相似,但是与 Renaud<sup>[12]</sup>等报道的27.0%的有很大的差距,可能是由于微藻的品系以及培养条件的不同。

### 2.2 三种植物生长调节物质对三种微藻氨基酸含量的影响

三种微藻对照组的氨基酸组成相似(表2),均以苯丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸的含量最高,组氨酸、甲硫氨酸的含量较低,与 Brown<sup>[13]</sup>、Brown 和 Jeffrey<sup>[14]</sup>、Volkman<sup>[15]</sup>、王大志<sup>[16]</sup>等的研究结果一致,支持了 Brown<sup>[13]</sup>提出的观点,微藻的氨基酸组成具有高度种间保守性。但是微藻的氨基酸总量有差异,其中以

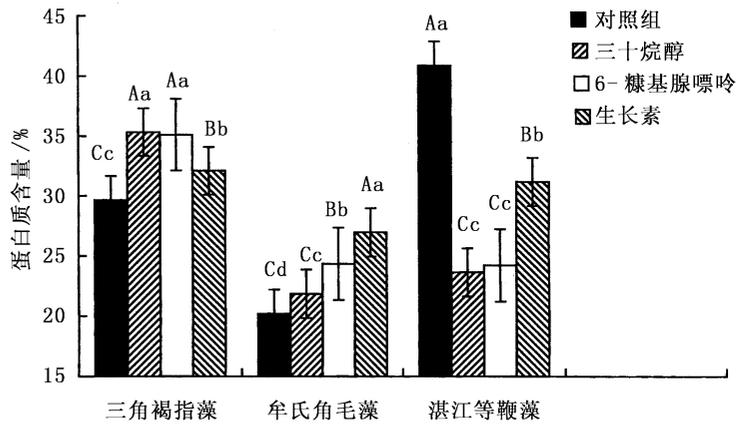


图1 植物生长调节物质对微藻蛋白质含量的影响

Fig.1 The effect of plant growth and regulation materials to the content of protein in algae

注:英文大写字母不同表示差异极显著( $P < 0.01$ ),英文小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )

表2 三种植物生长调节物质适宜添加后三种微藻氨基酸的含量

Tab.2 The content of amino acid in three algae after addition of three plant growth and regulation materials(%)

	三角褐指藻				牟氏角毛藻				湛江等鞭藻			
	对照	TA	6-FA	2A-D	对照	TA	6-FA	2A-D	对照	TA	6-FA	2A-D
苏氨酸	1.33	1.85	1.38	1.59	0.62	0.80	0.91	1.01	2.30	1.10	1.17	1.38
精氨酸	1.50	1.93	1.76	1.66	0.80	0.58	0.99	0.89	3.02	1.27	1.45	1.72
丝氨酸	1.84	2.03	2.01	0.00	1.39	1.46	1.74	3.33	2.69	1.75	1.60	1.61
组氨酸	0.34	0.12	0.45	0.43	0.00	0.12	0.29	1.11	0.58	0.37	0.42	0.49
缬氨酸	1.54	1.72	1.80	1.73	0.62	1.03	1.08	1.02	2.31	1.05	1.29	1.44
苯丙氨酸	4.33	4.05	5.73	4.71	4.95	5.43	2.56	3.22	5.58	3.35	3.66	4.06
异亮氨酸	1.06	1.26	1.14	1.29	0.67	0.05	0.76	0.61	1.99	0.89	1.02	1.25
亮氨酸	1.95	2.65	2.34	2.35	0.99	1.27	1.35	1.16	4.18	1.80	1.96	2.52
赖氨酸	1.68	1.80	1.78	1.71	0.87	0.96	1.11	0.97	2.73	1.72	1.21	1.55
甲硫氨酸	0.25	0.13	0.73	0.68	0.18	0.23	0.26	0.29	0.94	0.46	0.43	0.46
天冬氨酸	4.29	5.70	4.83	4.85	2.00	2.63	2.94	2.34	4.80	2.36	2.38	2.74
谷氨酸	4.63	5.90	5.17	4.38	2.88	3.09	3.33	2.75	6.05	3.59	3.58	4.13
甘氨酸	1.57	1.93	1.70	1.72	0.84	1.02	1.20	2.10	2.77	1.39	1.44	1.73
半胱氨酸	0.59	0.00	0.30	0.00	0.91	0.00	3.33	2.13	1.02	0.45	0.42	0.30
丙氨酸	0.45	2.43	2.28	2.28	1.01	1.17	1.43	1.75	3.60	1.87	1.78	2.18
酪氨酸	0.96	1.23	1.16	1.09	0.52	0.62	0.69	0.58	1.80	0.71	0.93	1.07
必需AA	15.82	17.54	19.12	16.15	11.09	11.93	11.05	13.61	26.32	13.76	14.21	20.63
非必AA	12.49	17.19	15.44	14.32	8.16	8.53	12.92	11.65	20.04	10.37	10.53	12.15
AA总量	28.31	34.73	34.56	30.47	19.25	20.46	23.97	25.26	46.36	24.13	24.74	32.78

注:色氨酸由于受到酸的水解而未能检测到

湛江等鞭藻最高,三角褐指藻次之,与微藻蛋白质含量相关。然而,必需氨基酸含量与氨基酸总量之比相似,三角褐指藻的必需氨基酸占氨基酸总量的56%,牟氏角毛藻为58%,湛江等鞭藻为57%。

三角褐指藻对照组的氨基酸总量和必需氨基酸含量分别为28.31%和15.82%。添加三种植物生长调节物质,该藻的氨基酸总量和必需氨基酸含量均比对照组有了不同程度的提高。添加三十烷醇、6-糠基腺嘌呤,其氨基酸总量分别提高了6.42%、6.25%,添加6-糠基腺嘌呤,必需氨基酸含量提高了3.30%。

牟氏角毛藻对照组的氨基酸总量和必需氨基酸的含量分别为19.25%和11.09%,添加三种生长调节物质以添加生长素的效果最佳,氨基酸总量和必需氨基酸的含量分别提高了6.01%和2.52%。

湛江等鞭藻对照组中氨基酸总量和必需氨基酸的含量分别为46.36%和26.32%。添加三种生长调节物质后,氨基酸总量和必需氨基酸的含量均低于对照组。下降幅度最大的是三十烷醇组,分别减少22.23%和12.56%,生长素组的下降幅度最小,分别减少13.58%和5.69%。

本试验添加的植物生长调节物质虽然对三种微藻的生长和脂肪营养有显著影响,但是对三种微藻的氨基酸组成几乎没有显著影响,Brown等对球等鞭藻、巴夫藻、微绿球藻的研究有相似的报道,微藻的培养条件并不影响氨基酸的组成。添加三种植物生长调节物质能显著提高三角褐指藻和牟氏角毛藻的蛋白质及氨基酸的含量,却使湛江等鞭藻的蛋白质及氨基酸的含量极显著下降,说明植物生长调节物质对不同微藻、同一微藻的蛋白质代谢和脂肪代谢影响机制不同,该机制有待于进一步的研究。

微藻蛋白质的营养价值取决于其蛋白质含量、氨基酸组成及其所含的必需氨基酸能否满足动物的营养需求,因微藻的蛋白质含量高、氨基酸组成平衡以及必需氨基酸的含量高,所以微藻蛋白质的营养价值较高,然而对于微藻蛋白质的营养价值是否是评定微藻营养价值的重要指标有不同的观点,Brown提出微藻饲养动物的效果不因微藻蛋白质水平而异,微藻所含的必需脂肪酸能否满足动物的营养需求才是评定微藻营养价值的重要指标。

## 参考文献:

- [1] Ries S K, Wert V F, Scueeley C C, et al. Triacantanola new naturally occurring pant growth regulator[J]. Science, 1977(195):1339-1341.
- [2] 刘德盛,张群,陆东和.我国三十烷醇研究进展及其在农业上的应用前景[J].中国工程科学,2001,3(2):91-94.
- [3] 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):92-100.
- [4] 陈敏资,侯和胜,刘海涛,等.三十烷醇对集中单细胞藻生长影响的研究[J].海洋与湖沼,1994,25(5):510-513.
- [5] 李雅娟,李梅,毛连菊,等.几种植物生长物质对底栖硅藻生长速率的影响[J].大连水产学院学报,1999,14(4):1-6.
- [6] 刘小刚.植物生长调节物质对饵料微藻的影响[D].上海水产大学硕士学位论文.2002:8-35.
- [7] 陈明耀.生物饵料培养[M].北京,中国农业出版社,1995:27-37.
- [8] 孙谧.几种海洋微藻的氨基酸含量[J].氨基酸和生物资源,1995,17(2):38-40.
- [9] 曹淑莉,向葆卿.8种海洋饵料微藻蛋白质含量及氨基酸组成比例的比较研究[J].海洋学报,1993,15(4):98-103.
- [10] Ben-Amotz A, Fishler R, Schneller A. Chemical composition of dietary species of marine unicellular algae and rotifers with emphasis on fatty acids[J]. Marine Biology, 1987(95):31-36.
- [11] Brown M R, Jeffrey S W, Garland C D. Nutritional aspects of microalgae use in mariculture; a literature review[J]. CSIRO Marine Laboratories Report, 1987(205):4-5.
- [12] Renaud S M, Luong-Van T, David L P. The gross chemical composition and fatty acid composition of 18 species of tropical Australian microalgae for possible use in mariculture[J]. Aquac, 1999(170):147-159.
- [13] Brown M R. The amino acids and sugar composition of 16 microalgae used in mariculture[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1991, 145:79-99.
- [14] Brown M R, Jeffrey S W. Biochemical composition of microalgae from the classes Chlorophyceae and Prasinophyceae 1. Amino acids, sugars and pigment[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1992, 161:91-113.
- [15] Volkman J K, Brown M R, Dunstan G A, et al. The biochemical composition of marine microalgae from the class Eustigmatophyceae[J]. J Phycol, 1993, 29:69-78.
- [16] 王大志,朱友芳,李少菁,等.七种微藻蛋白质含量和氨基酸组成的比较[J].台湾海峡,1999,18(3):297-302.