

生活污水培养极大螺旋藻试验

郑爱榕 陈慈美

(厦门大学海洋学系, 厦门 361005)

螺旋藻是一种丝状自养蓝藻,在强碱和高盐水域生长旺盛,具有蛋白质含量高、含有人类和动物所必需的氨基酸、易消化、培养条件简便、繁殖速度快等特点。作为饲料添加剂已被广泛应用于家禽、昆虫、水产动物的饲养,均收到较好的经济效益。有关螺旋藻的培养技术和应用效果等问题国内外已进行大量研究,而利用生活污水培养,国内外尚少见报道。本文在利用螺旋藻净化生活污水研究的基础上,测定了生活污水中生长的极大螺旋藻的蛋白质、氨基酸等化学组成,并就培养介质的营养条件和培养时间对该藻蛋白质含量的影响进行了实验室初步探讨。旨在了解污水培养的螺旋藻之营养价值,为藻类养殖业和污水净化提供一点参考。

一、材料与方 法

1. 藻种和培养条件

极大螺旋藻(*Spirulina maxima*)由福建省海洋研究所提供,采用CFTRI培养基保种,并用添加4.5g/L NaHCO₃的生活污水,置于生物恒温箱中进行培养。控制温度为32±1℃,照度为1180Lx和亮暗比为12:12。所用的生活污水取自厦门大学生活住宅区下水道,经1cm原棉花双层纱布过滤。其主要成份和含量(mg/dm³)分别为:

TDN, 6.0—3.5; NH₄⁺—N, 0.3—25; PO₄³⁻—P, 0.9—1.0; C₂²⁺, 15—20; Mg²⁺, 10—15; F₂²⁺ 0.1—0.5; PH, 8.5—9.0; DOM, 100—200g/L

2. 测定方法

污水中的氮、磷、F₂²⁺、C₂²⁺和Mg²⁺等成份的分析按照《海洋调查规范》和《海洋污染调查规范》。藻类组蛋白、粗脂肪和粗纤维及水份的测定分别用Folin—酚试剂法、索氏乙醚抽提法和重量法。氨基酸组成经水解后用高效液相色谱法测定。

二、结果和讨论

收稿日期:1995-03-06

1. 藻体化学组成及其营养价值

在盛生活污水的20L圆形玻璃容器中接入极大螺旋藻, 培养6天, 过滤、烘干后分别测定其蛋白质等化学组成, 结果见表1和表2。

表1 用不同介质培养的极大螺旋藻的化学成份

化学成份 (g/100g干样)	培 养 介 质					
	生 活 污 水	天 然 湖 泊	Mss-1 配 方	CFTRI 培 养 基	Zarrouk氏 培 养 基	二 级 处 理 流 出 水
粗蛋白	43.70	60-71	58.22	53.67	62.10	50.5
粗脂肪	3.40		4.62	3.83	1.0	9.2
粗纤维	0.20	0.1-0.9	4.07	4.12		
水份	6.02	2.0-9.0	8.41	7.02	5.0	4.7
灰份	16.70	6.4-9.0		24.44	13.9	14.5

表2 极大螺旋藻的氨基酸组成含量及其百分比

组成	A、含量(g/100g干样)		B、百分比(%)	
	极大 螺旋藻	钝顶 螺旋藻	极大 螺旋藻	虾肉
苏氨酸	2.43	2.94	4.6	3.5
缬氨酸	4.71	5.11	9.0	4.1
蛋氨酸	1.20	0.77	2.3	2.3
异亮氨酸	2.36	3.89	4.5	4.5
亮氨酸	4.97	5.46	9.4	8.3
苯丙氨酸	2.17	3.49	4.1	4.2
赖氨酸	1.53	4.17	2.9	8.6
组氨酸	0.92	0.86	1.7	1.8
精氨酸	5.01	3.23	9.5	10.1
必需氨基酸	25.30	29.92	48.0	47.4
天门冬氨酸	5.63	6.09	10.7	9.6
丝氨酸	2.66	2.83	5.1	2.4
谷氨酸	6.11	9.74	11.6	13.9
甘氨酸	5.19	3.34	9.9	9.4
丙氨酸	5.33	4.94	10.1	6.2
酪氨酸	2.38	3.06	4.5	3.9
脯氨酸	-	-	-	6.2
非必需氨基酸	27.30	30.00	52.0	52.6
总氨基酸	52.6	59.92		

由表1可知, 该藻的粗蛋白含量为43.7%, 与在其他培养介质中生长的螺旋藻的蛋白质含量相比虽然略为偏低, 但作为家禽饲料或鱼虾饵料还是可行的。因为该藻的氨基酸含量高达52.6%, 且组成齐全, 与钝顶螺旋藻(培养在添加N和P分别为10和1mg/dm³的海水介质中,

其蛋白质含量为61.2%)的组成和含量相似(表2A),此外,评价饵料蛋白质营养价值的高低首先应考虑饵料中必需氨基酸(EAA)的组成比例是否适合被饲喂生物的需求,饵料中EAA比例是否与被喂动物体中EAA的比例相宜,然后评价其蛋白质含量才有意义。为此,根据表2A所列极大螺旋藻的氨基酸含量,我们计算了该藻各种氨基酸以及EAA占总氨基酸含量的百分比(表2B),为了便于与虾肉中的相应成份进行比较,表2B也附上中国对虾成虾肉氨基酸的组成以及EAA占总氨基酸的百分比。显然,极大螺旋藻的EAA占总氨基酸的48%,与虾肉中所占的比例(47.4%)相一致,并且,除了赖氨酸的百分比(2.9%)比虾肉中相应成份的比例(8.6%)低得多外,其余EAA组成占总氨基酸的比例均超过、等于或接近虾肉中相应成份的比例。由此可见,用生活污水培养的极大螺旋藻有较高的营养价值,同样可以作为育苗生产中的幼体饵料或饲料添加剂。

2. 培养介质的营养成份对藻蛋白质的影响

由表1可知,不同介质的营养成分不同,因而藻体内蛋白质含量也不一样。所以要提高藻体蛋白质的含量,必须调控培养介质的营养成分。经验表明,螺旋藻对碳源和氮源要求较高。但如果能够保持 NaHCO_3 的量足够,那么藻体的蛋白质含量就可能受控于氮源。因此,我们将极大螺旋藻培养在添加了铵氮和尿素以及添加不同浓度的尿素的生活污水中,6天后测其干重和蛋白质含量(表3)。结果表明,在生活污水中不论添加铵氮或尿素,藻的蛋白质含量均有不同程度的提高。添加尿素藻的蛋白质含量增加了28.7%,而添加同样数量的铵氮仅增加2.3%,所以尿素对藻蛋白质含量的增加比铵氮更为显著。这可以因为螺旋藻细胞内有尿素酶存在,能很好地吸收同化尿素,促进藻的生长(由表3可知,藻的干重由13.0增加到49.7g/L)从而提高蛋白质含量。但藻对尿素的吸收同化是有限的,随着尿素浓度(C)的增加,藻的干重不再增加,而蛋白质含量(Pr)却呈指数下降,即:

$$\text{Pr} = 84.9 - 18.9 \log C \quad (n = 5 \quad r = -0.99 \quad p < 1\%)$$

故用生活污水培养极大螺旋藻添加尿素时应严格控制用量,以 $5\text{mg}/\text{dm}^3$ 为宜,过量施肥不仅造成浪费,而且降低藻的营养价值。

表3 培养介质的营养成份对极大螺旋藻蛋白质含量的影响

氮源	添加量 (mg/dm^3)	藻干重 (g/L)	蛋白质 ($\text{g}/100\text{g}$ 干重)
铵氮	0	13.0	43.7
	5.2	13.9	46.0
尿素	5	49.7	72.4
	25	49.0	58.1
	45	46.7	51.4
	75	47.8	50.0
	100	49.7	48.4

3. 培养时间对藻蛋白质含量的影响

螺旋藻生长的周期性变化,使得藻细胞的蛋白质亦发生相应变化。表4是不同培养时间藻的干重和蛋白质含量的测定结果。

表4 培养时间对极大螺旋藻蛋白质含量的影响

培养天数 (d)	藻干重 (mg/L)	蛋白质 (g/100g干重)
3	16.0	39.0
6	18.5	55.4
9	21.0	32.1

注:培养基为CFTRI, N(尿素)、P分别为470、88mg/dm³

显然,随着培养时间的延长,藻的蛋白质含量亦不断增加,但在第六天达到最高(55.4%)后又有所下降,而藻的重量(W)却与培养时间(T)成正比,即:

$$W = 13.5 + 0.833t \quad (n = 3 \quad r = 1.000 \quad p < 1\%)$$

兼顾生物量和蛋白质含量,最佳收获时间应为一星期。因此,在大面积培养中应考虑生物量蛋白质含量和培养时间三者的关系,才能确保藻的产量、质量和生产效益。

三、结 语

综上所述表明: 1. 生活污水培养的极大螺旋藻不仅蛋白质含量较高(43.7%),而且其氨基酸组成齐全,含量也较高(52.6%),必要氨基酸占总氨基酸的比例(48%)基本符合对虾饵料的需求; 2. 为提高藻的蛋白质含量和生物量,应在生活污水中加入适量的尿素(本实验以5mg/dm³为宜)并在适当的时间采收(本实验为一周)。

参考文献

- [1] 卢澄清, 1994. 螺旋藻的开发研究及其应用. 福建水产 (2): 51-53.
- [2] 陈慈美等, 1990. 生活污水中螺旋藻的生长及其去除氮、磷、有机质的作用. 海洋环境科学9(4): 11-17.
- [3] 江西省农科院, 1987. 螺旋藻专辑增刊, 江西农业科技. (172): 1-84.
- [4] 曹淑莉等, 1994. 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. 海洋学报15(4): 98-103.
- [5] N. Kosaric, H. T. Nguyen and M. A. Bergougxcu, 1974. Biotechnology and Bioengineering, Vol XVI: 881-896.