

淡水浮游硅藻对氮磷的最适需求量^{*}

苏建国, 张 玥, 许 英, 杨公社

(西北农林科技大学 畜牧兽医学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 报道了淡水浮游硅藻所需的最适氮磷值, 试验分2个阶段。第1阶段将氮定为 $0.50\text{ }\mu\text{g/g}$, 把氮磷比设为 $6/1$, $7/1$ 和 $8/1$, 溶于自来水进行5d培养后用碘液固定, 然后稀释10倍用浮游植物计数框计数50个视野, 根据结果进一步试验得出最适的氮磷比为 $7.3/1$ 。第2阶段在第1阶段的基础上, 首先将氮的浓度设为 0.34 , 1.17 及 $2.00\text{ }\mu\text{g/g}$, 培养后固定、稀释、计数, 根据结果进一步预试验得出氮的最适需求量在 $1.59\sim 1.80\text{ }\mu\text{g/g}$; 氮为 1.59 , 1.70 及 $1.80\text{ }\mu\text{g/g}$ 时, 淡水浮游硅藻的数量分别为 (280 ± 9.3) , (304.7 ± 4.8) 及 (290.0 ± 5.6) 个, 对照组为 (188.5 ± 9.5) 个。结果表明: 氮为 $1.70\text{ }\mu\text{g/g}$, 磷为 $0.233\text{ }\mu\text{g/g}$ 是淡水浮游硅藻的最适需求量。

[关键词] 淡水浮游硅藻; 氮磷需求量; 水产养殖

[中图分类号] S968.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)01-0099-04

淡水浮游硅藻是一类重要的微藻, 营养丰富, 易被消化吸收, 是滤食性水生动物的重要天然饵料, 其丰歉严重地影响着水产品的产量。若施肥不当, 就会造成肥料的浪费, 甚至会带来一系列的生态问题。水体中丰富的氮磷是硅藻大量繁殖的主要因素^[1,2]。目前已有报道, 精养虾池中, 影响浮游植物丰度的主要因子是磷酸盐、氨氮^[3]; 氮磷营养盐影响海水浮游硅藻种群的组成^[4]; 不同的淡水底栖硅藻对氮磷的需求量差异较大^[5]。

另据报道, 藻类对氮、磷的吸收遵循米氏方程^[6]。藻类的初级生产速度及产量都令人满意时, 从理论上讲, 水体中有效氮的浓度应不低于 0.34 mg/L , 有效磷的浓度应不低于 0.046 mg/L ^[6]。有研究表明, 植物体体内氮磷比约为 $7/1$, 在生产力很高的自然水体中, 氮磷比可达8以上^[6]。但又有研究表明, 针对饵料浮游植物的吸收特点, 控制适当的N/P值, 以 $6\sim 7$ 为宜^[6,7]。一般精养池塘中氮的施肥量不超过 $2.00\text{ }\mu\text{g/g}$, 磷的施肥量不超过 $0.250\text{ }\mu\text{g/g}$ ^[7-12]。

但关于对淡水浮游硅藻确切的施肥量到目前尚无报道, 一方面是由于硅藻的分离较繁琐, 主要有毛细滴管复洗法、喷雾法、琼脂板分离法、水滴法、稀释

法等^[13]; 另一方面是由于培养液较难配制。本研究旨在解决这些问题, 为水产养殖提供指导。

1 材料与方法

1.1 仪 器

量筒、浮游生物网、电子天平、烧杯、玻璃棒、容量瓶、移液管、吸耳球、锥形瓶(5L)、浮游植物计数框、盖玻片、显微镜。

1.2 药 品

碘化钾、碘、碳酸氢铵(分析纯)、磷酸二氢钾(分析纯)。

1.3 方 法

参照《内陆水域渔业自然资源调查规范 水生生物调查》。试验分2个阶段完成。第1阶段先确定最适的氮磷比, 将氮定为 $0.50\text{ }\mu\text{g/g}$, 氮磷比设为 $6/1$, $7/1$ 和 $8/1$, 培养、固定、稀释、计数, 根据结果再确定下次试验时的氮磷比; 第2阶段在第1阶段的基础上确定氮磷的最适需求量, 氮设为 0.34 , 1.17 及 $2.00\text{ }\mu\text{g/g}$, 培养、固定、稀释、计数, 根据结果再确定下次试验时的氮磷量。每次试验都设有对照组, 每个试验设2个重复。

1.3.1 采 样 将25号浮游生物网缚在 $1.5\sim 2\text{ m}$ 长的竹竿上, 置网于采样水体中, 使网口在水面下 0.5 m 处做“ ∞ ”字形拖曳 $5\sim 10\text{ min}$, 然后提起, 将网内内容物装入采样瓶中带回实验室, 用13号浮

* [收稿日期] 2001-07-09

[作者简介] 苏建国(1972-), 男, 陕西西乡人, 讲师, 主要从事水生生物的教学和科研工作。

游生物网过滤,收集滤液,溶于约 1.5 L 经晾晒的自来水中备用。

1.3.2 培养 在 9 个锥形瓶中各加入 890 mL 晾晒(24 h 以上)的自来水。计算出碳酸氢铵的量,称取 10 倍重量置于烧杯中溶解,倒入 50 mL 容量瓶中用自来水定容,用移液管分别移取 5 mL 于相应的锥形瓶中。用同样的方法添加磷酸二氢钾的量。最后在 9 个锥形瓶中分别加入 100 mL 水样,摇匀后静置培养 5 d 后处理。对照组是在 3 个锥形瓶中加入 900 mL 自来水及 100 mL 水样,同样培养 5 d 后以待处理。

1.3.3 固定 样品经 5 d 培养后,在 12 个锥形瓶中分别加入 15 mL 碘液(将 6 g 碘化钾溶解于 20 mL 水中,待其完全溶解后,加入 4 g 碘充分摇动,完全溶解后加入 80 mL 水即配成)固定,搅匀后用纸封口。

1.3.4 计数 将固定的样品充分摇匀后,用移液管吸出 5 mL 置于 50 mL 的容量瓶中(稀释了 10 倍),定容后吸出 0.1 mL,置于 0.1 mL 浮游植物计数框内,在 400 倍显微镜下观察计数。每瓶计数 2 片取其平均值。每片记数 50 个视野,同一个样品的 2

片记数结果与平均数之差如不超过其平均数的 $\pm 15\%$, 其均值视为有效结果,否则必须记数第 3 片,直至相近 2 数与平均数之差不超过其均值的 $\pm 15\%$ 为止。这 2 个相近值的均值,即可视为有效计数结果。计数时规定在视野边缘上半圈者计数,下半圈者不计数。因为藻类数量太多,为了提高计数的准确性,在取固定的样品时将样品稀释了 10 倍。

2 结果与分析

试验中观察到的硅藻以小环藻为优势种^[14]。

2.1 最适氮磷比的测定

2.1.1 预试验 将氮定为 $0.50 \mu\text{g/g}$, 氮磷比设为 6/1, 7/1 和 8/1 进行预试验,淡水浮游硅藻的计数结果分别为 (105.6 ± 6.8) , (175.8 ± 11.1) 和 (125.5 ± 19.5) 个,对照组为 (42.5 ± 2.5) 个,各组间差异极显著($P < 0.01$)。进一步预试验得最适值为 7.2/1~7.4/1,取此氮磷比范围为正式试验的范围。

2.1.2 正式试验 试验结果见表 1。试验各组与对照组的差异极显著($P < 0.01$),7.3/1 组与 7.4/1 组差异不显著($P > 0.05$),但都与 7.2/1 组差异极显著($P < 0.01$)。7.3/1 是硅藻的最适氮磷比。

表 1 淡水浮游硅藻的最适氮磷比

Table 1 The optimal ratio of N to P of freshwater pelagic diatom

分组 Group	N/P	$\text{NH}_4\text{HCO}_3/$ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	$\text{KH}_2\text{PO}_4/$ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	结果 Results
试验组 Treat group	7.2/1	2 821.4	0 304.7	228.7 ± 13.0
	7.3/1	2 821.4	0 300.5	278.7 ± 11.1
	7.4/1	2 821.4	0 296.4	277.3 ± 19.4
对照组 Control group	-	0	0	128.5 ± 2.5

2.2 氮磷最适需求量的测定

2.2.1 预试验 在 N/P 为 7.3/1 的条件下试验,氮分别设为 0.34 , 1.17 和 $2.00 \mu\text{g/g}$,淡水浮游硅藻的计数结果分别为 (229.7 ± 7.3) , (255.0 ± 7.8) 和 (272.5 ± 5.4) 个,对照组为 (197.0 ± 1.0) 个,试验各

组与对照组的差异极显著($P < 0.01$),氮 0.34 组与氮 1.17 , 2.00 组的差异极显著($P < 0.01$),氮 1.17 组与氮 2.00 组差异显著($P < 0.05$)。进一步预试验得出氮的最适需求量为 $1.59 \sim 1.80 \mu\text{g/g}$ 。

表 2 淡水浮游硅藻对氮磷的最适需求量

Table 2 The optimal volume of demand of N and P for freshwater pelagic diatom

分组 Group	N/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	P/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	$\text{NH}_4\text{HCO}_3/$ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	$\text{KH}_2\text{PO}_4/$ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	结果 Results
试验组 Treat group	1.59	0 218	8 972.1	0 955.5	280.0 ± 9.3
	1.70	0 233	9 592.9	1 021.7	304.7 ± 4.8
	1.80	0 247	11 285.7	1 081.7	290.0 ± 5.6
对照组 Control group	-	-	0	0	188.5 ± 9.5

2.2.2 正式试验 试验结果见表 2。对照组与试验各组差异极显著($P < 0.01$),氮 1.59 组与氮 1.70,

1.80 组差异极显著($P < 0.01$),氮 1.70 组与氮 1.80 组差异不显著($P > 0.05$)。故氮 $1.70 \mu\text{g/g}$, 磷 0.233

$\mu\text{g/g}$ 是氮磷的最适需求量。

3 讨论与结论

在水域食物链中浮游硅藻是一个非常重要的环节,尤其在湖泊、水库等大水面中其饵料意义更显重要^[15,16]。在海洋中,硅藻和甲藻有“海洋牧草”之称,氮和磷是所有藻类生长都必需的营养元素。氮是养殖水体中常见的一种限制初级生产力的营养元素,磷的需要量虽然比氮少,但由于自然界中含磷化合物的溶解性和移动性比氮差,因此磷对水体初级生产力的限制作用往往比氮更强^[17]。氮和磷的作用是相互影响的,当水中有效氮、磷的绝对浓度大于各自的施肥指标(氮为 $0.34 \mu\text{g/g}$, 磷为 $0.046 \mu\text{g/g}$),若氮磷比不适合时,只会浪费其中的一种肥料。但是,硅藻的过度繁殖在海洋中可能发生赤潮,淡水中可能引起水华。对于由硅藻引起的赤潮或水华,可通过引入滤食浮游植物的水生生物来消除^[18]。鱼类使水生生态系统中 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ 的周转时间缩短^[19]。营养盐以无机氮磷加入,当湖泊未施肥时呼吸作用较低,呼吸作用随每天施肥而增大^[20],说明藻类随着施肥繁殖加快。在东港湖采用干施碳酸氢铵法获得渔业丰收, NH_4^+-N 在施肥后 4~5 d 达到高峰,浮游生物在施肥后 5~6 d 达到高峰^[21],若用本试验的结论,效益还会有一个大的提高。

本试验不必做分离硅藻的繁琐工作,而是通过对硅藻的识别计数来研究培养前后硅藻数量的变化,当然,在培养硅藻的同时也就培养了别的藻类,研究忽略了藻类的种内和种间竞争,因为本试验培养的藻类还没有形成水华,而且硅藻占绝对优势。在培养前用浮游动物网对浮游动物进行了过滤,从一定程度上排除了浮游动物的影响。本试验培养的优势种为小环藻,这与采样水体的优势种有关。

本试验在培养硅藻时用自来水而不用蒸馏水或天然水体中的水,忽略了自来水中原有的氮、磷,因为自来水中氮、磷的含量很低,天然水体中原有的氮磷含量高,而且差异较大,测定起来也非常繁琐,而且自来水中硅、钾等硅藻生长所必需的营养元素较丰富,不会限制其生长繁殖。本试验采用铵态氮进行培养,藻类能直接、迅速地吸收利用。

淡水浮游硅藻最适氮磷需求量的测定,对合理、有效地组织硅藻的生长,从而促进渔业的生产具有重要意义。

通过以上试验得出,淡水浮游硅藻的最适氮磷比为 7.3/1,最适的氮磷需求量是氮 $1.70 \mu\text{g/g}$, 磷 $0.233 \mu\text{g/g}$,此时浮游硅藻的生长和繁殖速度最快。

致谢:本研究在试验设计及数据处理中得到了孙超博士生的指导,在此深表谢意。

[参考文献]

- [1] 况琪军,谭渝云,张家玉,等. 汉江中下游二段藻类现状调查及“水华”成因分析[J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(1): 63- 70
- [2] 蒲新明,吴玉霖,张永山. 长江口区浮游植物营养限制因子的研究[J]. 海洋学报, 2000, 22(4): 60- 66
- [3] 米振琴,谢 骏,潘德博,等. 精养虾池浮游植物理化因子与虾病的关系[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(4): 304- 308
- [4] 曲克明,陈碧韵,袁有宪,等. 氮磷营养盐影响海水浮游硅藻种群组成的初步研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(3): 445- 448
- [5] 李雅娟,王起华. 氮、磷、铁、硅营养盐对底栖硅藻生长速率的影响[J]. 大连水产学院学报, 1998, 13(4): 7- 14
- [6] 湛江水产专科学校. 淡水养殖水化学[M]. 北京: 农业出版社, 1980: 82- 118
- [7] 大连水产学院. 淡水生物学[M]. 北京: 农业出版社, 1982: 28- 41
- [8] 雷慧僧,姜仁良,王道遵. 池塘养鱼学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989: 53- 65
- [9] 何志辉. 鱼池施肥的理论和实践[J]. 大连水产学院学报, 2000, 15(1): 1- 9
- [10] 文良印,董双林,韩文良,等. 氯化物水型盐碱池塘的限制性营养盐研究[J]. 中国水产科学, 1999, 6(4): 43- 48
- [11] 陈宇炜,高锡云,陈伟民,等. 太湖微囊藻的生长特征及其分离培养的初步研究[J]. 湖泊科学, 1999, 11(4): 351- 356
- [12] 王翠红,辛晓云,李日强,等. 钝顶螺旋藻的培养及其生物学特性的研究[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2000, 23(1): 67- 70
- [13] 郑美芬. 泥蚶人工育苗中单细胞藻类培育关键技术探讨[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 1999, 18(3): 254- 255
- [14] 韩茂森,束蕴芳. 中国淡水生物学图谱[M]. 北京: 海洋出版社, 1995: 34- 49
- [15] 刘春明. 二龙湖水库浮游植物调查与水质分析评价[J]. 东北师范大学学报(自然科学版), 2000, 32(2): 69- 72
- [16] 姜作发,赵国峰,宿少民,等. 双风水库浮游生物的研究[J]. 水产学杂志, 1999, 12(2): 6- 13
- [17] 王 勇,焦念志. 北黄海浮游植物营养盐限制的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30(5): 512- 518
- [18] 马国红,杜兴华,孙 栋. 盐碱地池塘浮游生物调查报告[J]. 内陆水产, 1999, 12: 6- 7
- [19] 阮景荣. 微型生态系统中正磷酸盐的周转时间的估算[J]. 水生生物学报, 1999, 20(1): 47- 52

- [20] Pace M L, Cole J J. Effects of wholelake manipulations of nutrient loading and food web structure on planktonic respiration[J]. Can J Fish Aquat Sci, 2000, 57(2): 487- 496
- [21] 胡兴跃, 胡小建, 梁银栓, 等. 东港湖化肥养鱼及增产增效的研究[J]. 水利渔业, 1999, 19(4): 25- 27.

The optimal demanding volume of nitrogen and phosphorus for freshwater pelagic diatom

SU Jian-guo, ZHANG Yue, XU Ying, YANG Gong-she

(College of Animal Sciences and Veterinary Medicine, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100 China)

Abstract: The experiment was divided into two phases. In the first phase, the concentration of nitrogen was set as 0.50 $\mu\text{g/g}$, at first, the ratio of N to P is 6/1, 7/1 and 8/1 respectively. After dissolving the two reagents in the running water, diatom (Bacillariophyta) was added into it, cultivating for 5 days, then using iodine solution to fix it, diluting it by 10 times, then took count of it with phytoplankton counter frame in the 50 eyeshots, according to the result, further proceeding was made. The result indicates the optimal ratio of N to P is 7.3/1. The second phase was based on the first phase, at first, the concentration of N was set to be 0.34, 1.17 and 2.00 $\mu\text{g/g}$ respectively, accordingly determined the concentration of P, then it was cultivated, fixed, diluted, counted. It is concluded the optimal volume of demand of N ranges from 1.59-1.80 $\mu\text{g/g}$; when the concentration of N is 1.59, 1.70 and 1.80 $\mu\text{g/g}$, the number is (280 ± 9.3) , (304.7 ± 4.8) and (290 ± 5.6) , that of the control group is (188.5 ± 9.5) . The result indicates the optimal concentration of N and P for diatom is 1.70 $\mu\text{g/g}$ and 0.233 $\mu\text{g/g}$ respectively.

Key words: freshwater pelagic diatom; demanding volume of nitrogen and phosphorus; aquaculture

· 简 讯 ·

“泡桐优良无性系早期选择的研究”获 2000 年陕西省科技进步三等奖

由西北农林科技大学林学院魏安智研究员主持完成的陕西省科学院青年基金和杨陵农业科技开发基金资助项目——“泡桐优良无性系早期选择的研究”，于 1999 年 7 月通过了陕西省科技厅组织的鉴定，并获得 2000 年陕西省科技进步三等奖。

该项目的创新之处在于：首次系统地分析研究了泡桐早期选择的可能性和可靠性，以及早期选择性状和最佳早期选择年龄；首次明确提出了泡桐最佳早期选择年龄为 3 龄，早期选择性状为胸径，指出了以早期的胸径和树高联合对晚期材积进行选择效果更好；首次将遗传距离分析方法，应用于对泡桐良种的最佳早期选择年龄的分析论证之中，更加充分地证明了研究结果的科学性与可靠性；通过对泡桐主要性状早晚遗传相关和表型相关的分析，发现了泡桐的主要生长性状的遗传相关和表型相关不仅方向一致，而且从第 2 年以后各年的相关系数均达到极显著水平，这为根据表型对泡桐进行早期选择提供了可靠的理论依据。

将该研究成果应用于泡桐的育种工作中，可大大减少生长性状的测定数量，缩短选择年限，使泡桐育种周期缩短一半，至少节约 50% 的研究经费。同时可使品种提早 5 年应用于生产中，取得更为显著的经济效益和社会效益。

(温晓平 供稿)