

不同的氮和磷化合物对斜生栅藻 生长繁殖的影响*

夏宜琚 俞敏娟 黎尚豪 陈云霞

(中国科学院水生生物研究所)

单细胞绿藻和其他植物一样,在生命活动过程中,需要利用各种化学元素,通过光合作用以合成有机物质,从而进行生长与繁殖。在单细胞绿藻所必需的各种化学元素中,除了C、H、O等三种有机元素主要是从水和二氧化碳中获得以外,另一种重要的有机元素N以及其他一系列的必需元素,如P、S、Mg、K、Ca、Na、Fe等等,则必须从水中其他各种化合物得到解决。因此,在培养单细胞绿藻时,如何在营养条件方面充分地满足藻类的需要,就显得十分重要。这也就是说,拟订一个最好的培养基配方的问题,是培养单细胞绿藻的工作中的一个重要问题;尤其是在生产性大量培养单细胞绿藻时,提供一个最适的培养基配方,就更显得特别重要,因为这既直接影响到培养藻类的产量、又和培养成本密切相关。

培养植物的培养基的研究,远在19世纪末叶即已开始^[2,4,6]。Knop, Beijerinck 等氏,曾首先利用硝酸钙、硝酸钾、磷酸二氢钾、硫酸镁、氯化铁、氯化钾等化学药品,配成培养液,供给植物所需的各种元素。经过近60多年以来的藻类培养工作的发展和对自然水体的化学性质的知识日益丰富,单细胞绿藻的培养基配方,也日益接近于适合藻类生活的要求。然而,在过去的工作中,一般都着重于采用各种纯化学试剂来配制培养液,结果,在使用上就局限于实验室的试验培养中,而在生产性大量培养上,却往往难于采用。这一则是因为大量利用这些化学试剂时,来源有困难;二则又会使培养成本增高,很不经济。因此,我们在进行单细胞绿藻的大量培养时,就采用了农业化学肥料来配制培养液,以达到来源广而价廉的要求,并进行了这方面的研究。

氮是构成蛋白质的主要元素,而磷是复合蛋白质(如核蛋白)中的重要成分。在自然水体中,氮化物和磷化物的状况,往往是藻类在水体中生长繁殖数量的限制因素^[3,5];在人工培养液中,N、P的浓度和化学状态以及N、P的比例,则时常是决定藻类在培养液中生长繁殖速度和产量的主要营养因素。因此,在培养液的各种营养元素中,N与P就显得格外的重要。鉴于这种情况,我们在用农业化肥作为肥源研究培养基配方时,就首先考虑到氮、磷肥的问题,本文就是我们在这方面的试验工作的初步报告。

我们的试验,采用了三种农业氮肥——硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、硝酸钾 KNO_3 、尿素 NH_2CONH_2 和二种农业磷肥——常用的过磷酸钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2(\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 和曾经用作培养单细胞绿藻的磷酸 H_3PO_4 作为氮和磷的肥源。

* 1959年10月12日收到。

一、試驗方法

本試驗所采用的材料为我們进行大量培养試驗用的斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz.), 它在室外培养, 生长良好。

試驗的各种处理是以我們常用的水生 4 号和水生 6 号培养基的配方作为基础^[1], 但更改了作为氮源的氮素化合物和作为磷源的磷素化合物, 并以各种不同的浓度和配合比例配成各种的培养液。作为氮源的化合物有: 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 硝酸钾 KNO_3 , 和硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 作为磷源的磷素化合物为: 过磷酸钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和磷酸 H_3PO_4 , 其他盐类和原来的 4 号或 6 号培养基相同。

試驗于 1958 年 10 月—1959 年 2 月进行的。室温未加控制。試驗共分两组: 第一組試驗以 4 号液为基础配成各种培养液进行試驗, 其氮、磷种类和浓度如表 1, 是以水生 4 号

表 1 第一組試驗中各种处理的氮、磷种类和氮、磷浓度 (以 N、P 的 ppm 計)

处理号 \ N, P	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	KNO_3	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	H_3PO_4
1 (对照)	40			2.0	
2			60		9.0
3	60			2.0	
4	80				18.0
5	40				9.0
6	60			5.2	
7	60				13.5
8		40			9.0
9		60			13.5
10		80			18.0
11			40	2.0	

表 2 第二組試驗中各种处理的氮、磷种类和氮、磷浓度 (以 N、P 的 ppm 計)

处理号 \ N, P	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	KNO_3	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	H_3PO_4
1 (对照)			60		9.0
2	30		30		9.0
3	20		40		9.0
4	40		20		9.0
5	60			5.2	
6	60				13.5
7	40			3.5	
8	40				9.0
9		40		3.5	
10		40			9.0
11		60		5.2	
12			60	5.2	
13			60		13.5

号培养液作为对照; 以容量 1700 毫升的长方缸分别盛入各种配合比例的培养液 1100 毫升并接入藻种 300 毫升; 以两支 40 瓦的荧光灯(日光灯)作为光源, 培养瓶均紧靠近光源。第二组试验以水生 6 号培养液作为对照, 并以 6 号培养液作为基础, 配成各种培养液, 其氮、磷种类和浓度如表 2; 在容量 5000 毫升的长方玻璃缸中, 分别盛入各种培养液 4000 毫升并接入藻种 800 毫升; 以一个 300 瓦的钨丝灯(普通电灯)作为光源; 所有培养缸以 1 尺距离环绕钨丝灯排列成放射形, 全部实验并以白色重磅道林纸遮盖, 以避免外界光线的干扰。两组的光照时间均为每天 14 小时。每天定时搅拌三次。每天或隔天测定藻类繁殖浓度一次。

藻类生长繁殖的测定, 采用测定浓度的方法来推算。测定仪器是我们自制的“藻类生长浓度光电比色测定计”。测定前先作出标准浓度和微安培读数的关系表(微安培值比藻类毫克/升)。根据读数来计算出藻类的浓度[毫克(干重)/升], 以最高的生长浓度作为各种处理以每升干重毫克数计的最终产量。

二、试验结果

在第一组试验的各个配方中, 斜生栅藻的生长繁殖浓度的增长情况如表 3。从表 3 可以明显地看出, 这一组试验的 11 个配方, 对培养斜生栅藻有着显然不同的效果。其中以 8 号、11 号获得了最高的生长繁殖速度和最高产量。如果以 8 号和 11 号处理的产量为 100, 则 11 个处理所获得的产量可从表 4 看出它们的不同: 从生长繁殖速度和产量的比较, 可以看出, 在物理条件相同、培养液中其他盐类相同的情况下, 由于氮、磷肥的情况不同所引起培养效果有着十分显著的差异。

表 3 斜生栅藻在第一组试验的各种处理中的生长浓度
[毫克(干重)/升]

天 数 \ 处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
2	54	88	50	50	153	50	68	50	46	77	77
4	135	243	116	88	143	119	112	329	196	157	212
5	170	323	141	136	143	157	135	357	212	157	346
6	163	357	135	112	135	153	116	357	188	153	346
7	188	424	149	135	257	257	143	398	257	257	478
8	243	506	212	188	324	323	196	578	329	272	495
9	282	527	272	212	350	368	222	556	323	282	457
10	282	535	175	175	329	357	212	535	323	294	578

表 4 第一组试验各处理中斜生栅藻产量的比较

处 理 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
%	48.8	91.2	47.0	36.5	60.5	63.5	38.4	100	56.9	50.8	100

(1) 当 P 的肥源和浓度都相同时, N 浓度相等而肥源不同的氮肥, 培养效果有很大的

差异。8 号和 5 号, 10 号和 4 号, 9 号和 7 号以及 11 号和 1 号等几种处理, 就属于这一情况。对这几种处理的培养效果进行比较, 充分表明: 作为 N 肥的三种肥源, 尿素和硝酸钾与硫酸铵相比, 表现了高度的优越性; 无论在何种 N、P 配合中, 在其他条件完全等同的情况下进行比较, 在以尿素或者硝酸钾作为氮肥的处理中, 斜生栅藻的生长繁殖速率和藻类产量都远比硫酸铵为氮肥的为高。图 1 是当 P 的种类和浓度都相同 (过磷酸, $p\ 2\text{ppm}$), N 的浓度也相同 ($40\ \text{ppm}$) 时, 斜生栅藻在以尿素为 N 肥的 11 号处理和以硫酸铵为 N 肥的 1 号处理中的生长繁殖曲线, 从图中可以看出, 斜生栅藻对 N 量等同的尿素和硫酸铵的不同反应的悬殊程度。比较两者的培养产量, 则有一倍之差。

因此, 根据试验结果, 三种氮肥的肥效是:

尿 素 $>$ 硫酸铵
硝酸钾 $>$ 硫酸铵

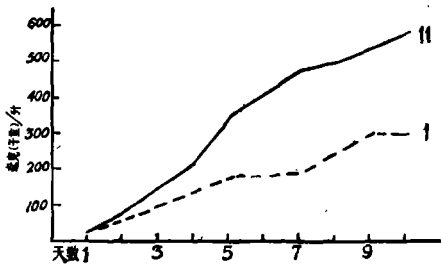


图 1 斜生栅藻在氮肥肥源不同的培养液中的生长繁殖情况。

No. 11, NH_2CONH_2 (N: $40\ \text{ppm}$);

No. 1, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (N: $40\ \text{ppm}$).

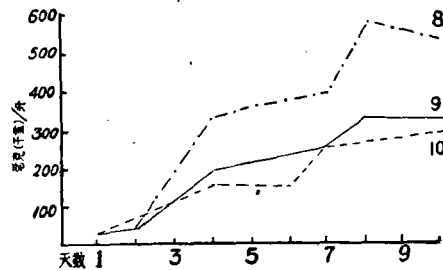


图 2 斜生栅藻在氮、磷浓度不同的培养液中的生长繁殖情况。

No. 8, N: $40\ \text{ppm}$ (KNO_3);

P: $9.0\ \text{ppm}$ (H_3PO_4).

No. 9, N: $60\ \text{ppm}$ (KNO_3);

P: $13.5\ \text{ppm}$ (H_3PO_4).

No. 10, N: $80\ \text{ppm}$ (KNO_3);

P: $18\ \text{ppm}$ (H_3PO_4).

(2) N、P 的肥源和 N:P 的比值都相同时, 由于 N、P 的浓度不同, 培养效果也不相同。

在以 KNO_3 为 N 肥的 8、9、10 三种处理中, P 肥都是 H_3PO_4 , N:P 的比值都是 40:9, N、P 浓度的 ppm 数分别为 $1 \times (40:9)$ 、 $1.5 \times (40:9)$ 和 $2 \times (40:9)$, 结果, 斜生栅藻在这三种 N、P 浓度中表现出很不相同的反应。从表 3 和表 4 以及图 2 中可以看出, N、P 浓度为 $1 \times (40:9)$ 的 8 号处理效果最佳, 而 N、P 浓度提高到 $2 \times (40:9)$ 的 10 号处理反而最差。在以 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 作 N 肥的 5、7、4 三种处理中, 也获得了完全类似的结果; 这三种处理的 N、P 肥源都是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 H_3PO_4 , N:P 都是 40:9, 培养效果也是 N、P 浓度最低的 (5 号处理) 为最好, N、P 浓度高一倍的 (4 号处理) 反而最差。

因此, 当以磷酸为磷肥, 以硝酸钾或硫酸铵为氮肥时, N:P 比值相同, 不同的 N、P 浓度培养斜生栅藻的效果也不同, 其顺序是:

$(40:9) > (60:13.5) > (80:18)$

产生这种结果，看来可能主要是因为 N:P 的比值中，P 量过高；当 N、P 浓度按比例增加时，过高的 P 浓度对斜生栅藻发生了抑制作用。

(3) 以硫酸铵和过磷酸钙为 N 和 P 肥的 1 和 3 两号处理，其他条件均相同，而 N 的浓度由 40 ppm 提高到 60 ppm。结果，N 为 60 ppm 的 3 号处理，在效果上反比 N 为 40 ppm 的 1 号处理差。再将 6 号处理和 1 与 3 号比较，则可以看出，如果在 N 浓度从 40 ppm 提高到 60 ppm 的同时，也提高 P 的浓度（从 2 到 5.2 ppm），不仅不会产生相反的结果，反而促进了斜生栅藻的生长繁殖（图 3）。由此可见，在 1 和 3 号处理中，P 量过低；用硫酸铵和过磷酸钙作 N、P 肥时，N、P 浓度不宜为 20:1，更不宜为 30:1，而应以 10:1 左右为宜。

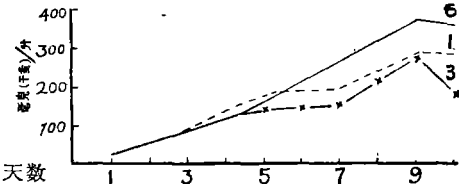


图 3 不同氮、磷浓度对斜生栅藻生长繁殖的影响。

No. 6, N: 60 ppm, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; P: 5.2 ppm, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
No. 1, N: 40 ppm, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; P: 2.0 ppm, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
No. 3, N: 60 ppm, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; P: 2.0 ppm, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

第二组试验进一步证明和补充了第一组试验的结果。在这一组试验中，我们取消了过高的 N 浓度（80 ppm）和过低的 P 浓度（2 ppm），增加了硫酸铵与尿素混合使用的处理。表 5 和表 6 是在该组试验的各个处理中栅藻生长繁殖浓度的增长情况和最终产量的比较。从这一组试验中，可分析出如下结果。

表 5 斜生栅藻在第二组试验的各种处理中的生长浓度 [毫克(干重)/升]

处理号 天 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	54	83	54	77	77	54	77	54	60	54	54	88	54
7	357	212	212	212	175	175	257	175	357	212	309	387	309
12	457	309	309	287	257	257	257	257	457	257	481	632	387
21	750	578	589	481	357	257	309	319	811	357	844	1013	676
32	930	506	604	633	481	422	481	457	1175	495	1240	1561	633
36	1103	506	676	676	552	487	552	552	1546	606	1235	2000	1013
37	634	387	457	457	309	272	319	357	913	328	1057	1300	634
41	814	422	578	457	357	309	357	357	1098	357	1057	1386	811
51	913	506	710	589	500	411	500	387	1470	506	1600	1800	913
62	1391	934	811	745	578	506	634	578	1960	578	2300	2300	1100

表 6 第二组试验各处理中斜生栅藻产量的比较

处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
%	60.4	40.6	35.2	32.2	25.1	22.0	27.5	25.1	85.2	25.1	100	100	47.8

(1) 当各种 P 肥的浓度都相同时, N 量相等的三种 N 肥产生了不同的培养效果。如 12、11 和 5 号三种处理, P 肥的情况完全相同(过磷酸钙, P5, 2ppm), N 的浓度都是 60ppm, 而斜生栅藻在三种处理中的培养效果随 N 肥肥源之不同而异。从表 5 和表 6 以及图 4 可以明显地看出, 以尿素和硝酸钾为 N 肥的表现最好, 而以硫酸铵为 N 肥的表现最差。尿素和硝酸钾比较, 在培养产量方面无显著差别, 而在培养过程中, 尿素的培养效果略比硝酸钾为佳。再对 13 号和 6 号处理以及 9 号和 7 号处理的培养结果进行比较, 也同样可以看出尿素和硝酸钾获得了肯定比硫酸铵好得多的效果。

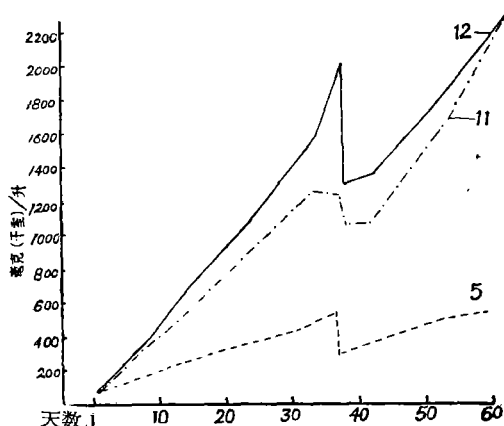


图 4 斜生栅藻在氮肥肥源不同的培养液中的生长繁殖情况。

No. 12, NH_2CONH_2 (N: 60ppm); $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (P: 5.2ppm). No. 11, KNO_3 (N: 60ppm); $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (P: 5.2ppm). No. 5, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (N: 60ppm); $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (P: 5.2ppm).

因此, 试验结果证明, 当其他条件一致时, 试验所采用的三种氮肥的肥效顺序是:

尿素 \geq 硝酸钾 $>$ 硫酸铵

(2) 对 1、2、3 和 4 四种处理进行比较, 试验获得了非常有趣的结果: 硫酸铵和尿素作为氮肥按 4 种比例混合使用时, 其肥效是:

$$\frac{\text{硫酸铵}}{\text{尿素}} \text{ 为 } \frac{0}{1} > \frac{1}{1} > \frac{1}{2} > \frac{2}{1}$$

前面已经讲过, 尿素的肥效比硫酸铵高得多, 因此, 按理说, 硫酸铵和尿素 1:2 混合, 应该获得比 1:1 混合为好的肥效, 而试验结果却不是如此。看来硫酸铵和尿素机械混合使用所引起的效果不一定是两者的效果也按比例表现。

(3) 在 7 和 5 号处理中, N、P 都是硫酸铵和过磷酸钙, N:P 比值都是 40:3.5, 而 N、P 浓度则分别为 $1 \times (40:3.5)$ 和 $1.5 \times (40:3.5)$, 培养效果则以 N、P 为 $1 \times (40:3.5)$ 为好。8 号和 6 号处理, N、P 都是硫酸铵和磷酸, N:P 都是 40:9, 在培养效果上也是 N、P 浓度低的 8 号(40:9)比 N、P 浓度高的 6 号(60:13.5)为好。这样的结果也是和第一组试验的结果完全一致的。

在 11 号和 9 号处理中, N、P 都是硝酸钾和过磷酸钙, N:P 也都是 40:3.5, 在培养效果方面却以高浓度 N、P (60:5.2) 为佳; 不过两者产量之差(15%)不甚显著, 远不及 N、P 浓度提高的倍数(50%)。然而这种试验结果正好与第一组试验的 8、9 和 10 三种处理的

結果相反。我們認為這可能是由於在試驗中所採用的磷肥種類，特別是P 濃度不同所引起，即在第一組試驗的8、9 和10 中，N:P 比例中P 量過高，當N、P 按比例增加時，過高的P 濃度就對斜生柵藻的生長繁殖發生了抑制作用；而在第二組試驗的11 和9 號處理中，沒有P 量過高的情況，所以當N、P 按比例增加時，不會發生P 濃度過高的抑制作用，而且略微促進了斜生柵藻的生長繁殖。

由此可見，N、P 濃度依一定的N:P 比值按比例增減而發生的結果，不能一概而論，是和N、P 種類，N:P 比值等互相關聯的；在某種情況下，N、P 濃度按比例增加時，能促進斜生柵藻的生長繁殖和提高產量，在另一種情況下，則可能適得其反。

三、討 論

從試驗的結果來看，我們採用尿素、硝酸鉀及硫酸銨作為氮肥，過磷酸鈣及磷酸作為磷肥，它們的不同配合方法和不同的分量，使柵藻的生長繁殖速度有很大的差別，最終產量也有很大的不同。

從氮肥來說，柵藻對不同結合狀態的氮的利用是有差異的，對硝酸態氮($\text{N}-\text{NO}_3$) 和有機態氮(尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 的利用效率比氨態氮($\text{N}-\text{NH}_3$) 要好得多。我們以第二組的試驗來看，以尿素為氮肥源的第12 號和以硫酸銨為氮肥的第5 號培養液，斜生柵藻的產量相差甚大，後者的產量僅為前者的25.1%，在第12 號培養液中，產生的干物質量為6.9 克，以含粗蛋白量為48% 計算，則共有粗蛋白3.312 克，而在實驗過程中加入的尿素量為1.28 克；以尿素含氮量為46.6% 計算，共加入氮量為0.567 克，合成1 克的粗蛋白需要相當於含氮量0.174 克的尿素，即0.373 克的尿素，也就是說尿素態氮的利用率達92.9%。在硝酸鉀的氮肥的第11 號培養液中，斜生柵藻的收穫干物質量為6.9 克，加入硝酸鉀為4.113 克，即每合成1 克粗蛋白質需要耗費相當於0.174 克氮量的硝酸鉀1.256 克，也就是說硝酸鉀態氮的利用率為92.9%。以硫酸銨為氮肥的第5 號培養液中，斜生柵藻的收穫干物質量為1.734 克，加入硫酸銨為2.85 克，即每合成1 克粗蛋白質需要耗費相當於0.6848 克氮量的硫酸銨，即3.42 克硫酸銨，也就是說硫酸銨態氮的利用率僅為23.4%。因此，也就可以看出，尿素態氮和硝酸態氮的利用效率顯然遠比硫酸銨為高。雖然從柵藻產量和N 的利用率上來看，尿素和硝酸鉀均相等，但由於硝酸鉀含氮量遠低於尿素，因而實際用去的硝酸鉀量就比尿素多得多。若以同樣重量的尿素和硝酸鉀來培養柵藻，毫無疑問，用尿素為氮肥的效果就比硝酸鉀要高得多。

從磷肥方面來看，利用過磷酸鈣和磷酸作為肥源的效果是很不相同的。在兩次試驗中，不論是用那一種氮肥源，和過磷酸鈣配合使用培養柵藻的效果都比磷酸的要好，尤其是以尿素作為氮肥時，以過磷酸鈣作為磷肥，可以達到很好的效果。當然，在這里面，鈣量的增加對柵藻的生長繁殖上也起了一定的作用。另外，由於過磷酸鈣與磷酸之間未採用共同的濃度，所以磷酸的效果不良，究竟是肥源本身的肥效抑或是因為使用的濃度過高所引起的，尚待研究。

在採用尿素與硫酸銨混合施肥的試驗中，用尿素和硫酸銨的氮量各半的效果比尿素占2/3 或1/3 的都好一些。混合使用的結果比單獨用尿素為氮肥的效果差，但比單獨用硫酸銨的效果却要好得多。這一點也說明尿素的效果在混合施用時是起了一定的作用。

但是,为什么用 $2/3$ 尿素时的效果不如 $1/2$ 的,还需要作进一步的研究。

应该提到的是,在第二组试验用的第 11 号和第 12 号培养液中,我们获得了斜生栅藻的高额的产量,每升水液中含干重 2.3 克,若在大规模的生产性培养中能够达到和接近这样的浓度,每亩面积的年产量将在 5 万斤以上。这也充分说明进一步的掌握培养方法,提高单细胞绿藻生产性培养的产量是完全有可能的。

根据试验结果,可以得出如下结论:

1) 由于培养液中的氮素和磷素的化合状态不同,斜生栅藻的生长繁殖速度和产量也十分悬殊。我们在配合培养液时,不但要注意氮和磷的分量和比例,更重要的是要掌握氮和磷的肥源的选择。这将是决定培养是否能够得到高产的一个重要因素。

2) 以尿素和硝酸钾作为氮肥源的效果远比硫酸铵为佳。磷肥则以过磷酸钙的效果比磷酸好。

3) 尿素与过磷酸钙配合使用的效果很好,比与磷酸配合更佳;硝酸钾与过磷酸钙配合使用的效果也比与磷酸配合好。硫酸铵与过磷酸钙配合使用,其效果虽不如尿素与硝酸钾和过磷酸钙配合的好,但比与磷酸配合要好些。

4) 从氮素的利用效率来看,硝酸态氮和尿素态氮的利用效率很高,达 92.9%,而氨态氮的利用效率则仅为 23.4%。但由于硝酸钾含氮量较低,实际用量则比尿素要多一倍以上,因此,在大量培养中以采用尿素为宜。

5) 根据试验结果,培养斜生栅藻时可以采用这样的 N、P 组合:尿素(N 60ppm) + 过磷酸钙(P 5.2ppm)。

参 考 文 献

- [1] 黎尚豪等,1959. 单细胞绿藻的大量培养试验. 水生生物学集刊, 1959 (4): 462—472
- [2] Bold, H. C. 1942. The cultivation of algae. *Bot. Rev.* 8: 69—138.
- [3] Chu, S. P. 1949. Experimental studies on the environmental factors influencing the growth of phytoplankton. *Sci. and Techn. China* 2: 37—52.
- [4] Kufferath, H. 1929 La Culture des Algues. *Rev. algol.*, 4: 127—346.
- [5] McCombie, A. M. 1953. Factors influencing the growth of phytoplankton. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, 10: 253—282.
- [6] Pringsheim, E. G. 1946. Pure cultures of algae. Cambridge Univ. Press.

THE EFFECTS OF NITROGEN AND PHOSPHOROUS COMPOUNDS ON THE GROWTH OF *SCENEDESMUS OBLIQUUS*

HSIA I-TSENG, YU MIEN-KUAN, LEY SHANG-HAO AND CHEN YUN-HSA

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

SUMMARY

In the cultivation of *Scenedesmus obliquus*, the kinds of nitrogen and phosphorous compounds used in the medium have their own different effects on the growth rate and productivity of the alga. It is now clear that not only the ratio P/N in the medium has to be considered, but that the types of compounds of nitrogen and phosphorus are also very important factors. The sources of the available nitrogen and phosphorous fertilizers constitute factors of importance in high-yield cultivation of this alga.

Urea and nitrate as nitrogen sources are markedly superior to ammonium sulphate for promoting the growth of *Scenedesmus*, and calcium super-phosphate is better than phosphoric acid.

A favourable growth of *Scenedesmus* was obtained when urea and calcium super-phosphate were used as N and P fertilizers combinedly, and gave better yields than when urea and phosphoric acid were used as the N and P fertilizers. Similar results were obtained by the use of potassium nitrate and ammonium sulphate.