

# 温度对新月菱形藻、铲状菱形藻和杷夫藻的生长、总脂肪含量以及脂肪酸组成的影响

周洪琪 S. M. Renaud<sup>1</sup> D. L. Parry<sup>1</sup> K. C. Woo<sup>1</sup>  
(上海水产大学, 200090); (北澳大学, 澳大利亚 0909)<sup>1</sup>;

**摘 要** 作为虾、蟹、贝幼体以及海水仔鱼的生物饵料, 新月菱形藻和铲状菱形藻提供的必需脂肪酸主要是 20: 5(n- 3), 杷夫藻提供的主要是 22: 6(n- 3), 在本试验条件下既能使微藻快速生长, 又能合成较多脂肪以及(n- 3) 高度不饱和脂肪酸的最适温度因藻种而异, 新月菱形藻为 20℃、铲状菱形藻为 15℃、杷夫藻为 20℃。

**关键词** 微藻, 生长, 总脂肪含量, 脂肪酸组成, 温度

微藻是虾、蟹、贝幼体不可缺少的生物饵料, 也用于培养浮游动物(如轮虫、桡足类等), 海水仔鱼则通过摄取轮虫等间接地从微藻中获得必需脂肪酸等营养物质。然而微藻作为生物饵料能否满足它们的营养需求, 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微藻的生化组成以及幼体的营养需求, 在微藻的生化组成中脂肪酸的组成尤为重要, 高度不饱和脂肪酸(HUFA)是海水仔鱼、虾蟹贝幼体的必需脂肪酸, 它们关系到仔鱼和幼体的生长和存活。影响微藻生化组成的环境因子中, 温度是影响微藻细胞合成脂肪和脂肪酸的重要因子之一, 至于温度如何影响, 至今还不完全明了, 有报道某些微藻在较低温度时能够合成较多的不饱和脂肪酸, 然而 James 等[1989]和 Thompson 等[1992b]均提出温度的影响因藻种而异。本试验以澳大利亚海域中分离出的三种微藻——新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、铲状菱形藻(*Nitzschia paleacea*)和杷夫藻(*Pavlova sp.*)为研究对象, 研究温度对这三种微藻生长、总脂肪含量及脂肪酸组成的影响, 并将它们与苗种生产中常用的已商品化的大溪地等边金藻(*Tahitian Isochrysis sp.*)相比较, 探讨它们的最适培养温度, 及其在苗种生产中作为饵料的價值。

## 1 材料与方法

### 1.1 微藻及其培养

新月菱形藻(*N. closterium*)和铲状菱形藻(*N. paleacea*)从北澳 Darwin 港的海水中分离出纯种培养, 杷夫藻(*Pavlova sp.*)从西澳 Stevens 港的海水中分离出纯种培养。对照的大溪地等边金藻(*Tahitian Isochrysis sp.*)取自于 CSIRO 藻类培养中心。

试验用海水经 0.45 μm 滤纸过滤, 盐度为 25 ± 1, 根据 f/2 配制培养液[Guillard 等, 1962],

3L 三角烧瓶中培养液为 1.5L, 灭菌后接种培养。每瓶微藻都连续充气培养, 空气经过过滤, 其速率为  $10\text{ mL min}^{-1}$ , 培养时的光照强度为  $(80 \pm 2)\mu\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , 每天 12 小时光照、12 小时黑暗, pH 为  $8.6 \pm 0.3$ 。微藻的培养温度分别用控温仪控制到试验温度(表 1)  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ , 每种微藻在每个试验温度作三个平行试验。每天用血球计数板对每瓶微藻进行计数, 在微藻指数生长期的后期进行收获, 生长率  $\mu$  以  $\mu = \ln(F_1/F_0) / (T_1 - T_0)$  进行计算, 其中  $F_0$  和  $F_1$  分别为开始培养  $T_0$  和收获  $T_1$  时的微藻生物量, 将已收获的每瓶微藻分别冷冻干燥, 并于  $-70^\circ\text{C}$  保存待分析。

## 1.2 化学分析

对冷冻干燥后的每瓶微藻样品分析其总脂肪含量和脂肪酸组成。用 Bligh 等[1959] 的重量法分析总脂肪含量。脂肪酸组成的分析先按 Volkman 等[1989] 的方法将脂肪酸甲酯化, 然后用 Varian 6 000 气相色谱仪进行分析[Renaud 等, 1994]。

## 2 结果

### 2.1 微藻的生长

表 1 表明四种微藻的适温范围不同, 新月菱形藻为  $20\sim 30^\circ\text{C}$ , 铲状菱形藻为  $10\sim 25^\circ\text{C}$ 、杷夫藻和大溪地等边金藻为  $15\sim 30^\circ\text{C}$ 。即使微藻在其适温范围内, 细胞生长繁殖的速度也因温度而异, 新月菱形藻的最适温度为  $20\sim 25^\circ\text{C}$ 、铲状菱形藻为  $15^\circ\text{C}$ 、杷夫藻为  $20^\circ\text{C}$ 、大溪地等边金藻为  $30\sim 35^\circ\text{C}$ 。如果培养温度高于或低于其适温范围, 如新月菱形藻分别在  $35^\circ\text{C}$  和  $15^\circ\text{C}$  时、铲状菱形藻在  $30^\circ\text{C}$  时, 微藻细胞会停止生长, 甚至逐渐死亡。

表 1 不同温度条件下微藻的生长

Table 1 Growth of microalgae at different temperature

试验温度 ( $^\circ\text{C}$ )	微藻的生长率 $\mu$			
	新月菱形藻	铲状菱形藻	杷夫藻	大溪地等边金藻
10	-0.21*	$0.20 \pm 0.01$	$0.11^*$	$0.09^*$
15	-0.16*	$0.38 \pm 0.01$	$0.27 \pm 0.01$	$0.36 \pm 0.01$
20	$0.38 \pm 0.03$	$0.34 \pm 0.01$	$0.55 \pm 0.01$	$0.55 \pm 0.04$
25	$0.38 \pm 0.02$	$0.35 \pm 0.01$	$0.40 \pm 0.02$	$0.69 \pm 0.02$
30	$0.31 \pm 0.08$	-0.01*	$0.34 \pm 0.01$	$0.69 \pm 0.01$
35	$0.08^*$		$0.13^*$	$0.02^*$

\* 为只有一次生长试验。

### 2.2 微藻的总脂肪含量

图 1 表明新月菱形藻的总脂肪含量与培养温度之间呈显著负相关( $r^2 = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ), 含脂量随温度的升高而逐渐减少, 在  $20^\circ\text{C}$  时的含脂量最高达干重的 19.9%。铲状菱形藻在  $10^\circ\text{C}$  时的总脂肪含量最高为干重的 20.1%, 然而在此温度时的生长缓慢, 其含脂量与生长率之间呈显著的负相关( $r^2 = 0.83$ ,  $p < 0.05$ )。杷夫藻和大溪地等边金藻在  $20^\circ\text{C}$  时的含脂量最高, 分别为干重的 25.6% 和 29.6%, 如果温度高于或低于  $20^\circ\text{C}$  它们的含脂量将随着温度的升高或降低而减少。

### 2.3 微藻的脂肪酸组成

由表 2 可知, 新月菱形藻含有较多的 14: 0、16: 0、16: 1(n- 7)、16: 2(n- 7)、16: 3(n- 4) 和 20: 5(n- 3), 其中 20: 5(n- 3) 的含量与温度之间呈显著的负相关( $r^2 = 0.48, P < 0.05$ ), 在 20℃ 时含量最高占总脂肪酸的 8.3%, 其余脂肪酸的含量与温度之间没有显著的相关性。铲状菱形藻含有较多的 14: 0、16: 0、16: 1(n- 7)、16: 2(n- 7)、16: 3(n- 4) 和 20: 5(n- 3), 其中 20: 5(n- 3) 与温度间呈显著负相关( $r^2 = 0.95, P < 0.001$ ), 在 10℃ 时的含量最高, 占总脂肪酸的 28.4%, 此外 16: 0、16: 1(n- 7) 和 16: 3(n- 4) 的含量与温度间呈显著的正相关( $r^2$  分别为 0.83、0.94 和 0.91,  $P < 0.001$ )。杷夫藻含较多的 14: 0、16: 0、16: 1(n- 7)、18: 1(n- 9)、18: 3(n- 3)、18: 4(n- 3)、18: 5(n- 3) 和 22: 6(n- 3), 其中 18: 1(n- 9)、18: 3(n- 3)、18: 5(n- 3) 和 22: 6(n- 3) 与温度之间呈显著负相关( $r^2$  分别为 0.88、0.75、0.83 和 0.62, 前三种脂肪酸  $P < 0.001$ , 最后一种  $P < 0.01$ ), 18: 3(n- 3) 和 22: 6(n- 3) 的含量在 15℃ 最高, 分别占总脂肪酸的 6.1% 和 8.4%, 此外 16: 1(n- 7) 的含量与温度之间呈显著正相关( $r^2 = 0.94, P < 0.001$ )。大溪地等边金藻含有较多的 14: 0、16: 0、16: 1(n- 7)、18: 1(n- 9)、18: 3(n- 3)、18: 4(n- 3)、18: 5(n- 3) 和 22: 6(n- 3), 其中 18: 1(n- 9)、18: 5(n- 3) 和 22: 6(n- 3) 的含量与温度呈显著的负相关( $r^2$  分别为 0.66、0.66 和 0.82,  $P < 0.01$ ), 22: 6(n- 3) 在 15℃ 的含量最高, 占总脂肪酸的 11.4%, 而 14: 0、16: 1(n- 7) 的含量与温度之间呈显著的正相关( $r^2$  分别为 0.72 和 0.63,  $P < 0.01$ )。

### 3 讨论

温度是影响微藻生长和繁殖的重要环境因子之一。四种微藻对温度的耐受力因藻种而异, 其中以新月菱形藻的适温范围最狭, 新月菱形藻和铲状菱形藻都适宜于在较低温度时生长, 杷夫藻的适温范围虽广, 但也适宜于低温生长, 仅大溪地等边金藻为适宜于较高温度的藻种。本试验微藻在适温范围内的生长因温度而异, 这与 James 等[1989]对小球藻和微绿球藻、Molina 等[1991]对 *Tetraselmis sp.*、Alkhars 等[1985] 室外培养小球藻的研究结果一致, Davison[1991]曾提出对于光自养生物来说温度主要是通过控制酶动力学来影响其生长。此外超出适温范围的温度对于微藻的伤害作用, 可能是由于微藻细胞出现不同程度的质壁分离[湛江水产专科学校, 1980], 从而影响了微藻的正常生命活动。

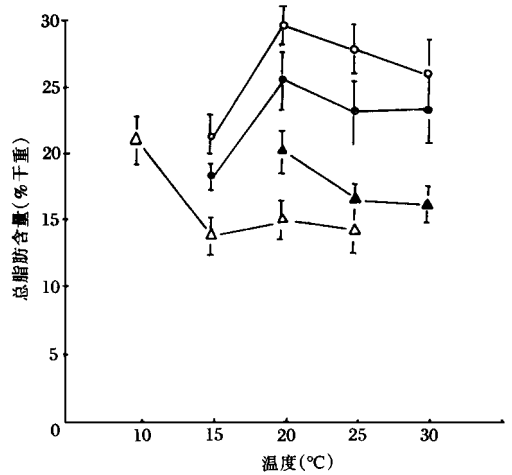


图 1 不同温度条件下微藻的总脂肪含量

Fig. 1 Total lipid content of microalgae at different temperature

▲ 为新月菱形藻; ● 为杷夫藻;

△ 为铲状菱形藻; ○ 为大溪地等边金藻

表 2 不同温度条件下微藻的脂肪酸组成(以总脂肪酸的百分数表示)

Table 2 Fatty acid composition of microalgae at different temperature, (expressed in percentage of total fatty acid)

脂肪酸	新月菱形藻			铲状菱形藻			
	20℃	25℃	30℃	10℃	15℃	20℃	25℃
14 0	9.1±0.6	13.4±2.0	9.0±0.7	4.6±0.2	6.9±0.3	6.6±0.5	6.7±0.4
16 0	21.6±1.4	17.1±1.5	20.1±1.7	9.0±0.2	9.9±0.3	11.7±0.4	11.5±0.5**
16 1(n- 7)	39.1±1.6	30.7±2.1	40.9±2.5	20.6±0.6	25.1±0.7	27.4±0.6	29.5±1.2**
16 2(n- 7)	5.2±0.9	7.0±2.5	5.2±2.7	6.7±0.1	5.9±0.4	6.4±0.3	6.3±0.3
16 3(n- 4)	4.5±0.9	8.9±1.7	5.8±1.1	5.6±1.1	9.7±0.6	14.0±0.6	14.7±0.5**
16 4(n- 1)	0.8±0.2			1.1±0.1	6.7±0.6	3.1±0.2	0.9±0.1
18 0	0.4±0.1	1.0±0.2	0.7±0.4	0.9±0.3	0.4±0.1	0.3±0.1	0.5±0.1
18 1(n- 9)	0.8±0.1	0.3±0.2	0.4±0.2	0.7±0.3	0.9±0.3	0.7±0.1	1.3±0.4
18 2(n- 6)	0.6±0.1	0.9±0.1	0.6±0.1	1.6±0.2	1.9±0.1	1.4±0.2	1.2±0.1
18 3(n- 6)	0.7±0.1	1.3±0.1	0.7±0.1	1.3±0.5		0.1±0.1	0.3±0.1
18 3(n- 3)	0.3±0.1	0.6±0.2	0.4±0.1	0.5±0.1	1.1±0.2	0.8±0.1	0.5±0.1
18 4(n- 3)	1.8±0.4	2.0±0.4	1.4±0.4	0.5±0.3	0.6±0.1	0.5±0.2	0.3±0.1
20 4(n- 6)	2.7±1.8	2.3±0.4	2.1±0.2	0.6±0.1		0.2±0.1	1.2±0.2
20 5(n- 3)	8.3±0.9	7.1±2.8	6.5±0.4*	28.4±0.9	24.4±1.1	20.4±2.0	18.1±1.5**
22 6(n- 3)	0.4±0.1	0.2±0.1	0.1±0.1	1.2±0.2	1.3±0.2	0.8±0.1	0.6±0.2
24 0				1.0±0.2	0.3±0.2	0.1±0.1	0.3±0.1

脂肪酸	柁夫藻				大溪地等边金藻			
	15℃	20℃	25℃	30℃	15℃	20℃	25℃	30℃
14 0	12.9±1.6	17.8±1.6	22.6±2.0	22.2±2.0	14.8±1.5	20.3±1.8	20.2±1.2	22.5±1.9**
16 0	10.7±1.5	8.6±0.6	10.5±1.0	14.5±1.3	7.8±0.2	8.5±0.3	9.6±1.0	9.2±1.0
16 1(n- 7)	3.1±0.4	4.0±0.2	5.2±0.4	7.4±0.5**	3.7±0.4	3.6±1.1	6.9±1.4	7.0±1.2**
16 3(n- 4)	0.7±0.2	0.4±0.2	0.9±0.2	1.1±0.2	0.2±0.2	0.4±0.2	0.6±0.3	0.6±0.3
16 2(n- 4)	0.9±1.0	2.3±0.2	2.8±0.7	2.2±1.5	2.6±1.3	3.2±0.9	2.6±0.3	2.4±0.9
18 0	0.1±0.2	0.3±0.2	11.4±1.2		0.2±0.1	0.3±0.1	1.0±0.1	0.5±0.1
18 1(n- 9)	15.7±1.8	12.1±0.5	2.3±0.3	9.7±0.9**	8.3±0.7	8.7±0.7	5.4±0.6	5.6±0.3**
18 2(n- 6)	2.4±0.3	4.3±0.2	5.4±0.6	1.7±0.2	2.9±0.1	3.1±0.3	4.8±0.9	4.8±1.0
18 3(n- 6)			25.4±1.1		0.9±0.1	1.0±0.2	2.1±0.4	2.5±0.5
18 3(n- 3)	6.1±0.6	5.2±0.2	5.5±0.7	4.1±0.3**	5.9±0.3	5.4±0.3	5.4±0.5	4.9±1.0
18 4(n- 3)	17.5±1.6	23.5±1.4	25.4±1.1	23.4±1.6	24.4±0.5	23.5±1.1	21.9±0.9	22.0±1.8
18 5(n- 3)	8.2±1.2	8.0±1.0	5.5±0.7	0.5±0.1**	12.8±1.8	6.9±2.7	5.4±1.6	4.8±2.2**
20 5(n- 3)	0.2±0.1	0.5±0.1	0.3±0.1	0.4±1.0	0.5±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1	1.0±0.2
22 5(n- 3)	1.1±0.2	1.1±0.1	0.6±0.2	0.5±0.3	1.3±0.1	1.0±0.1	0.8±0.1	0.7±0.1
22 6(n- 3)	8.4±1.8	9.0±0.1	6.0±1.0	6.2±0.9**	11.4±0.7	9.7±1.4	8.5±0.5	7.5±0.7

\* 指温度与脂肪酸含量显著相关  $P < 0.05$ ; \*\* 指温度与脂肪酸含量显著相关  $P < 0.01$ 。

温度对于试验微藻合成脂肪的影响因藻种而异。新月菱形藻和铲状菱形藻的最适温度分别为 20℃和 10℃, 培养温度升高, 含脂量减少。柁夫藻和大溪地等边金藻合成脂肪的最适温度均为 20℃, 如果高于或低于 20℃, 它们合成脂肪的能力都显著降低。Aaronson[ 1973]对 *Ochromonas dancia*、Materassi 等[ 1980]对栅藻(*Scenedesmus*)的研究分别提出较高温能够使得微藻合成较多的脂肪, 而 Thompson 等[ 1992a]对角毛藻的研究则提出高温培养的微藻合成的脂肪较少。

本试验新月菱形藻和铲状菱形藻的脂肪酸组成中 14:0、16:0、C<sub>16</sub>不饱和脂肪酸和 20:5(n-3)的含量约占总脂肪酸的 70%~80%, 而 C<sub>18</sub>和 C<sub>22</sub>的不饱和脂肪酸的含量极少, 这与其它学者对硅藻的研究结果相符合[ Ackman 等, 1968; Chuecas 等, 1969; Demort 等, 1972;

Orcutt 等, 1975; Moreno 等, 1979; Nichols 等, 1986; Ben-Amotz 等, 1987; Volkman 等, 1989; Thompson, 1992b], 唯海链藻和简单角毛藻还含有少量的 22: 6(n-3) [Volkman 等, 1989; Thompson 等, 1992b], 所以作为生物饵料的大多数硅藻给虾、蟹、贝幼体以及海水仔鱼提供的必需脂肪酸主要是 20: 5(n-3)。本试验的杷夫藻和大溪地等边金藻的脂肪酸组成与上述的硅藻不同, 它们的 14: 0, 16: 0, C<sub>18</sub> 不饱和脂肪酸和 22: 6(n-3) 的含量约占总脂肪酸的 70%~80%, 而且 C<sub>16</sub> 不饱和脂肪酸和 20: 5(n-3) 的含量极少, 因此它们作为生物饵料提供的必需脂肪酸主要是 22: 6(n-3), 其次是 18: 3(n-3)。而 Volkman 等 [1989] 和 Thompson 等 [1992b] 先后报道杷夫藻 (*Pavlova lutheri*) 还含有较多的 20: 5(n-3), 本试验大溪地等边金藻与 Volkman 等 [1989] 报道的球等边金藻的脂肪酸组成相同, 但是不同于 Thompson 等 [1992b] 的结果, 这可能是由于培养条件、收获时间或不同品系在遗传上的差异所致。本试验的新月菱形藻和铲状菱形藻含有的 20: 5(n-3)、杷夫藻和大溪地等边金藻含有的 22: 6(n-3) 均与培养温度之间呈负相关, 说明这些微藻在低温时能够合成较多的(n-3) HUFA, 高温则有抑制作用, 这结果与 Materassi 等 [1980] 对绿藻、James 等 [1989] 对小球藻、Mortenson 等 [1988] 对优美角毛藻、Thompson 等 [1992b] 对简单角毛藻、优美角毛藻、三角褐指藻、海链藻的研究结果是一致的, James 等 [1989] 对微绿球藻的研究则提出(n-3) HUFA 的含量在 25℃时的高于 35℃和 15℃时的, Hodgson [1991] 则报道微绿球藻的(n-3) HUFA 的含量不受温度影响。

微藻作为水产养殖苗种生产中的生物饵料, 在研究其最适培养温度时, 既要适宜于它们的生长繁殖, 又要适宜于它们能够合成较多的脂肪和(n-3) HUFA, 由于藻类生长和化学组成的最适温度可以随着光照强度、培养液中营养物质的浓度而改变, 因此本试验条件下新月菱形藻的最适培养温度为 20℃、铲状菱形藻为 15℃、杷夫藻为 20℃。

## 参 考 文 献

- [1] 湛江水产专科学校主编, 1980. 海洋饵料生物培养, 80~82, 农业出版社(京)。
- [2] Aaronson, S., 1973. Effect of incubation temperature on the macromolecular and lipid content of the phytoflagellate *Ochromonas danica*. *J. Phycol.*, **9**: 111~113.
- [3] Ackman, R. G. et al., 1968. Marine phytoplankton fatty acids. *J. Fish. Res. Board Can.*, **25**: 1603~1620.
- [4] Alkharis, A. M. et al., 1985. Mass production of microalgae *Chlorella* sp. under Kuwait's environmental conditions. *Kuwait Bull. Mar. Sci.*, **6**: 175~185 (in Arabic).
- [5] Ben-Amotz, A. et al., 1987. Chemical composition of dietary species of marine unicellular algae and rotifers with emphasis on fatty acids. *Mar. Biol.*, **95**: 31~36.
- [6] Bligh, E. G. et al., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911~917.
- [7] Chuecas, L. et al., 1969. Component fatty acids of the total lipids of some marine phytoplankton. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, **49**: 97~116.
- [8] Davison, I. R., 1991. Environmental effects on algal photosynthesis: temperature. *J. Phycol.*, **27**: 2~8.
- [9] Demort, C. I. et al., 1972. The biochemical composition of some estuarine phytoplankton species. I. Fatty acid composition. *J. Phycol.*, **8**: 211~216.
- [10] Guillard, R. R. L. et al., 1962. Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detinula confereacea* (Cleve) Gran. *Can. J. Microbiol.*, **18**: 229~239.
- [11] Hodgson, P. A., 1991. The effects of environmental variables on the lipid class and fatty acid composition of a

- marine microalgae *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) (Droop) Hibbard. Ph. D. Thesis, University of Stirling, U. K.
- [12] James, C. M. *et al.*, 1989. Growth and  $\omega$  fatty acid and amino acid composition of microalgae under different temperature regimes. *Aquaculture*, **77**: 337~ 351.
- [13] Materassi, R. *et al.*, 1980. Some considerations on the production of lipid substances by microalgae and cyanobacteria. In: G. Shelef and C. J. Soeder(Eds.), *Algae Biomass*. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam. The Netherlands, pp. 619~ 626.
- [14] Molina, E. *et al.*, 1991. Growth and biochemical composition with emphasis on the fatty acids of *Tetraselmis* sp. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **36**: 21~ 25.
- [15] Moreno, V. J. *et al.*, 1979. Biosynthesis of unsaturated fatty acids in the diatom *Phaeodactylum tricorutum*. *Lipids*, **14**: 15~ 19.
- [16] Mortenson, S. H. *et al.*, 1988. Fatty acid and elemental composition of the marine diatom *Chaetoceros gracilis* Schutt. Effect of silicate deprivation, temperature and light intensity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **122**: 173~ 185.
- [17] Nichols, P. D. *et al.*, 1986. Lipids of the Antarctic sea ice diatom *Nitzschia cylindrus*. *Phytochemistry*, **25**: 1649~ 1653.
- [18] Orcutt, D. M. *et al.*, 1975. Sterol, fatty acid and elemental composition of diatoms grown in chemically defined media. *Comp. Biochem. Physiol.* **50B**: 579~ 583.
- [19] Renaud, S. M. *et al.*, 1994. Microalgae for use in tropical aquaculture I: Gross chemical and fatty acid composition of twelve species of microalgae from the Northern Territory, Australia. *J. Appl. Phycol.*, **6**: 337~ 345.
- [20] Thompson, P. A. *et al.*, 1992a. Effect of variation of temperature. I. On the biochemical composition of species of marine phytoplankton. *J. Phycol.*, **28**: 481~ 488.
- [21] Thompson, P. A. *et al.*, 1992b. Effect of variation of temperature. II. On the biochemical composition of species of marine phytoplankton. *J. Phycol.*, **28**: 488~ 499.
- [22] Volkman, J. K. *et al.*, 1989. Fatty acid and lipid composition of ten species of microalgae used in mariculture. *J. Exp. Mar. Biol. E.* **128**: 219~ 240.

## EFFECT OF TEMPERATURE ON GROWTH, TOTAL LIPID CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF THE MICROALGAE, *NITZSCHIA CLOSTERIUM*, *NITZSCHIA PALEACEA* AND *PAVLOVA SP.*

Zhou Hongqi, S. M. Renaud<sup>1</sup>, D. L. Parry<sup>1</sup> and K. C. Woo<sup>1</sup>  
 (Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, P. R. China);  
 (Northern Territory University, Northern Territory 0909, Australia)<sup>1</sup>

**ABSTRACT** The changes of growth, total lipid content and fatty acid composition of *N. closterium*, *N. pleacea* and *Pavlova* sp. cultured at different temperature were investigated. As essential fatty acid (EFA) of larval of shrimp, crab, bivalves and marine fish, 20:5(n-3) was provided by *N. closterium* and *N. pleacea*, 22:6(n-3) by *Pavlova* sp.. Optimum temperature for maximum lipid and EFA production together with faster growth was 20°C for *N. closterium* and *Pavlova* sp., 15°C for *N. pleacea*.

**KEYWORDS** Microalgae, Temperature, Growth, Total lipid content, Fatty acid composition