

氮源对等鞭金藻生长和脂肪酸组成的影响*

蒋汉明¹ 张凤珍¹ 顾洪雁¹ 翟静¹ 高坤山²

1(泰山医学院生物化学教研室,泰安,271000)

2(汕头大学海洋生物研究所,汕头,515063)

摘要 研究了在培养基中添加不同浓度的 NaNO_3 、 NH_4Cl 、 NH_2CONH_2 对等鞭金藻生长和脂肪酸组成的影响。结果表明,当不在培养基中添加氮源时,等鞭金藻生长缓慢。但 $\text{C}_{16:0}$ 、 $\text{C}_{18:0}$ 和多不饱和脂肪酸(PUFAs)占总脂肪酸的比例最高。氮浓度在 0.9~7.0 mmol/L 之间,等鞭金藻的生长随着 NH_4Cl 浓度的增加而下降,随着 NH_2CONH_2 浓度的增加而升高,而受 NaNO_3 浓度变化的影响不显著。以 NaNO_3 或 NH_2CONH_2 为氮源,DHA 占总脂肪酸的比例随着其浓度的增加先上升后下降,最适浓度为 3.5 mmol/L。以 NH_4Cl 或 NH_2CONH_2 为氮源,PUFAs 占总脂肪酸的比例随着氮浓度的增加而下降,且等鞭金藻 DHA 占干重的比例在 1.8 mmol/L 的浓度时达到最高,分别为 1.8%和 1.6%;以 NO_3^- 为氮源,在浓度为 3.5 mmol/L 时 DHA 含量最高,为 2.2%。在相同氮浓度下,DHA 占干重的比例以 NaNO_3 为氮源最高,以 NH_2CONH_2 为氮源时最低。

关键词 氮源,等鞭金藻,生长,脂肪酸,多不饱和脂肪酸,DHA

3 多不饱和脂肪酸(3 polyunsaturated fatty acids, 3 PUFAs)是一类长链多不饱和脂肪酸,包括 ω -亚麻酸($\text{C}_{18:3}$,LNA)、二十碳五烯酸(Eicosapentaenoic acid,EPA)和二十二碳六烯酸(Docosahexaenoic acid,DHA)。现代研究表明,3PUFAs,尤其是 EPA 和 DHA 能有效地防治心脑血管疾病;DHA 还对婴幼儿大脑的生长发育有促进作用,素有“脑黄金”之称。

海产微藻是自然界少数具有从头合成 EPA 和 DHA 的生物。但是,微藻的脂肪酸组成不仅受自身遗传因素的控制,同时也受到培养条件的影响,其中氮源的种类及浓度对微藻脂肪酸组成比较显著^[1~3]。等鞭金藻(*Isochrysis galbana*)是一种多不饱和脂肪酸含量较高的海洋微藻。文中研究了培养基中氮源的种类及浓度对等鞭金藻生长和脂肪酸组成的影响。

1 材料与方法

1.1 培养基配制

天然海水(采自汕头大学海洋生物临海实

验站,硝态氮浓度约 5 $\mu\text{mol/L}$,铵态氮浓度约 5 $\mu\text{mol/L}$)经过滤后消毒,以备配制培养基使用,培养基按照 F/2 配制^[4]。分别以 NaNO_3 、 NH_4Cl 、 NH_2CONH_2 作为唯一的氮源添加到培养基中,使培养基中氮的浓度分别为 0.01, 0.9,1.8,3.5 和 7.0 mmol/L。

1.2 微藻的培养与收获

等鞭金藻由中国科学院海洋研究所提供。将培养至对数期的等鞭金藻接种到盛有 600 mL 培养液的三角瓶中(1 L),初始密度为 $5.0 \times 10^4/\text{mL}$,培养时每个浓度 3 个重复。实验在 EF-7 光照培养箱(Canviron,Canada)中进行,培养条件为 25 $^\circ\text{C}$,80 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$ ($L:D=16:8$),充气培养,每天取出少量藻液用血球计数板计数。比生长速率 μ 计算如下:

$$\mu = (\ln N_T - \ln N_0) / T$$

其中 μ 为比生长速率, N_T 和 N_0 分别为经过 T 天后细胞密度和初始细胞密度。培养至对数末期,离心收集(4 000 r/min,10 min)。将收集的藻泥放入冰箱(-20 $^\circ\text{C}$)保存待用。

第一作者:硕士,助教。

*国家自然科学基金资助项目(No. 30070582)

收稿时间:2004-06-28

1.3 脂肪酸的提取与甲酯化

脂肪酸的提取参考 Lepage^[5] 的方法,将 200 mg 冻存的藻泥放入带盖的螺口试管中,加入内标 (C_{17:0}) 200 μL, 1 mol/L KOH-CH₃OH 溶液 4 mL, 充 N₂ 后拧紧盖充分振荡, 75 °C 水浴 10 min, 冷却后称出上清液。重复上述步骤 2 次, 合并提取液, 然后加入 2 mol/L HCl-CH₃OH 溶液 12 mL, 充分混匀后 75 °C 水浴 10 min, 冷却后吸出上清液并向其中分 2 次加入 4 mL 正己烷, 静置分层, 吸出上层正己烷相, 用 N₂ 吹干, 再加入 1 mL 正己烷溶解, 上机分析。

1.4 气相色谱分析

实验所用的仪器为 GC-17A (日本岛津), 15 m × 0.53 mm Carbowax 柱 (Cole-Parmer)。

程序升温: 165 °C 恒温 1 min, 然后以 10 °C/min 的升温速率升至 235 °C, 保持 35 min。进样器的温度为 235 °C, 氢火焰离子化检测器 (FID), 载气为高纯 N₂, 流速 30 mL/min, H₂ 流速为 50 mL/min, 空气流速为 500 mL/min, 分流比为 1:10, 进样量 2 μL。通过与标准脂肪酸 (Sigma) 保留时间的对比, 鉴别各脂肪酸组分, 采用面积归一法计算各组分的相对含量, 内标法进行定量。

2 结果

2.1 氮源及其浓度对等鞭金藻生长的影响

氮源及其浓度对等鞭金藻生长的影响见图 1 和表 1。

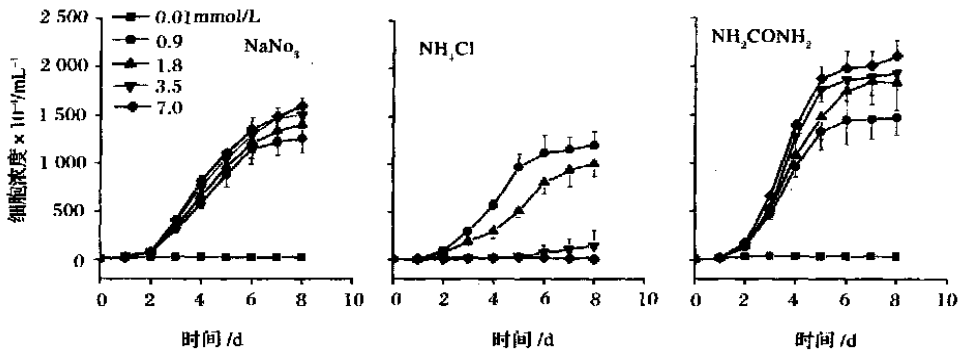


图 1 氮源及其浓度对等鞭金藻生长的影响 (n = 24)

表 1 氮源及其浓度对等鞭金藻比生长速率 (μ) 的影响 (n = 24)

C _[NO₃⁻] / mmol L ⁻¹	比生长速率 (μ)	C _[NH₄⁺] / mmol L ⁻¹	比生长速率 (μ)	C _[NH₂CONH₂] / mmol L ⁻¹	比生长速率 (μ)
0.01	0.09 ± 0.00	0.01	0.07 ± 0.00	0.01	0.10 ± 0.01
0.9	0.67 ± 0.03	0.9	0.62 ± 0.03	0.9	1.03 ± 0.02
1.8	0.69 ± 0.01	1.8	0.59 ± 0.03	1.8	1.06 ± 0.02
3.5	0.71 ± 0.02	3.5	0.37 ± 0.01	3.5	1.12 ± 0.09
7.0	0.72 ± 0.03	7.0	0.25 ± 0.04	7.0	1.25 ± 0.05

培养基中氮浓度为 0.01 mmol/L 时, 等鞭金藻生长缓慢, 表现出明显的氮限制现象。氮浓度为 0.9 ~ 7.0 mmol/L 时, NaNO₃ 浓度对等鞭金藻比生长速率没有显著影响 (P > 0.05, one-way ANOVA)。NH₄Cl 浓度高于 0.9 mmol/L 显著地抑制等鞭金藻的生长, 到达 7.0

mmol/L 时, 等鞭金藻培养 4 d 后开始死亡。随着 NH₂CONH₂ 浓度的增加, 等鞭金藻的比生长速率、对数末期细胞密度均增加。

2.2 脂肪酸组成

氮源及其浓度对等鞭金藻脂肪酸组成的影响见表 2。

表 2 氮源及其浓度对等鞭金藻脂肪酸组成的影响(占总脂肪酸的比例, n = 3)

	$C[NaNO_3]/mmol L^{-1}$					$C[NH_4Cl]/mmol L^{-1}$					$C(NH_2CONH_2)/mmol L^{-1}$				
	0.01	0.9	1.8	3.5	7.0	0.01	0.9	1.8	3.5	0.01	0.9	1.8	3.5	7.0	
C _{14 0}	10.8 ±0.6	15.4 ±0.8	17.8 ±0.6	14.5 ±0.2	14.6 ±0.4	11.2 ±0.6	13.3 ±0.0	15.6 ±0.1	18.3 ±0.6	10.0 ±0.6	14.5 ±0.9	15.6 ±2.0	16.2 ±0.8	14.8 ±1.2	
C _{15 0}	NT	NT	NT	NT	1.0 ±0.0	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	
C _{16 0}	26.7 ±0.7	17.8 ±0.2	15.4 ±0.8	16.8 ±0.6	18.9 ±0.1	25.9 ±0.6	20.7 ±0.3	17.8 ±0.4	17.3 ±0.6	26.7 ±1.1	22.5 ±1.8	21.3 ±0.4	18.9 ±1.2	18.7 ±0.7	
C _{16 1(n-7)}	6.4 ±0.2	4.4 ±0.5	4.9 ±0.5	6.5 ±0.2	5.6 ±0.1	6.4 ±1.2	6.4 ±0.1	6.6 ±0.4	4.9 ±0.2	7.0 ±0.2	4.5 ±0.4	3.3 ±0.2	4.1 ±0.5	5.8 ±0.7	
C _{18 0}	1.5 ±0.0	1.1 *	1.7 ±0.1	0.8 ±0.2	NT	1.5 ±0.0	1.2 ±0.1	1.4 ±0.0	2.1 ±0.1	1.5 ±0.1	0.8 ±0.0	1.0 ±0.0	1.3 *	1.6 *	
C _{18 2(n-6)}	33.2 ±0.8	23.7 ±0.3	20.5 ±0.9	21.3 ±0.6	18.4 ±0.4	33.9 ±0.2	29.7 ±0.6	20.8 ±0.6	19.8 ±0.7	34.0 ±0.8	31.1 ±2.9	29.7 ±2.5	25.2 ±2.5	24.9 ±0.2	
C _{18 2(n-6)}	5.2 ±0.2	5.8 ±1.8	4.1 ±0.0	5.1 ±0.9	6.7 ±0.2	5.2 ±0.2	4.1 ±0.0	4.1 ±0.3	4.4 ±0.4	4.8 ±0.2	4.8 ±0.6	4.6 ±1.0	4.0 ±0.3	4.7 ±0.5	
C _{20 0}	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	
C _{20 4(n-6)}	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	
C _{20 5(n-3)}	3.0 ±0.7	2.1 *	0.5 *	1.9 *	1.6 *	3.2 ±0.1	1.3 ±0.3	1.1 *	3.0 ±0.0	1.8 ±0.4	1.4 ±0.1	1.8 ±0.1	1.8 ±0.3		
C _{22 0}	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	
C _{22 6(n-3)}	3.5 ±0.3	8.5 ±1.1	8.8 ±0.3	9.8 ±0.4	9.7 ±0.2	3.7 ±0.3	8.0 ±0.5	8.5 ±0.1	8.0 ±0.1	3.4 ±0.3	6.8 ±0.7	7.1 ±0.3	8.3 ±0.2	7.0 ±0.6	
Others	11.2 ±0.3	23.4 ±0.4	23.0 ±0.3	22.1 ±0.8	23.3 ±0.7	9.0 ±0.3	13.2 ±0.4	23.6 ±0.3	24.8 ±1.8	9.6 ±0.3	14.1 ±0.5	16.9 ±0.3	22.2 ±1.2	20.2 ±0.4	
PUFAs	44.9 ±0.0	38.8 ±2.5	33.6 ±0.8	36.2 ±1.7	36.7 ±0.8	46.0 ±1.0	45.1 ±0.1	35.9 ±0.7	32.6 ±0.3	45.2 ±2.0	44.6 ±0.8	42.8 ±2.2	37.8 ±1.3	37.4 ±0.3	

注:NT: not detected; *: only one datum.

以 $NaNO_3$ 为氮源,随着氮浓度升高, $C_{18 2(n-6)}$ 占总脂肪酸的比例逐渐下降,氮浓度为 0.01 mmol/L 时, $C_{18 2(n-6)}$ 占总脂肪酸的 33.2%,氮浓度为 7.0 mmol/L 时仅占总脂肪酸的 18.4%。而 DHA 占总脂肪酸的比例则表现出相反的趋势,随着 $NaNO_3$ 浓度的升高而升高。 $C_{16 0}$ 和 PUFAs 占总脂肪酸的比例随着 $NaNO_3$ 浓度的升高先降低后升高,1.8 mmol/L 时达到最低,分别为 15.4% 和 33.6%。而 $C_{14 0}$ 在 1.8 mmol/L 时占总脂肪酸的比例最高。以 NH_4Cl 为氮源,随着其浓度的增加, $C_{14 0}$ 占总脂肪酸逐渐上升,而 $C_{16 0}$, $C_{18 2(n-6)}$ 和 PUFAs 占总脂肪酸的比例均有不同程度的降低。 $C_{16 1(n-7)}$ 在 0.01 ~ 1.8 mmol/L 之间几乎没有变化,3.5 mmol/L 时显著下降。不添加 NH_4Cl 时, DHA 占总脂肪酸的比例最低,仅为 3.7%;在 0.9 ~ 3.5 mmol/L 之间差异不显著 ($P > 0.05$, One-way ANOVA)。以 NH_2CONH_2 为氮源时, $C_{16 0}$, $C_{18 2(n-6)}$ 和 PUFAs 均随着其浓度的增加而降低, $C_{14 0}$ 和 DHA 在 0.01 ~ 3.5 mmol/L 之间,随着氮浓度的增加而上升,氮浓度为 7.0 mmol/L 时明显下降。相同氮浓度下,以 $NaNO_3$ 为氮源, DHA 占总脂肪酸的比例高于以 NH_4Cl 或 NH_2CONH_2 为氮

源,以 NH_2CONH_2 为氮源, $C_{16 0}$, $C_{18 2(n-6)}$ 和 PUFAs 占总脂肪酸比例略高于另外 2 种氮源。

氮源及其浓度对等鞭金藻单位干重 DHA 和 PUFAs 含量(w/w)的影响见图 2。

当添加的 $NaNO_3$ 浓度为 0.01 ~ 3.5 mmol/L 时, DHA 和 PUFAs 占干重的比例随着氮浓度的增加而升高,7.0 mmol/L 时, DHA 和 PUFAs 含量均有明显下降。以 NH_4Cl 为氮源, DHA 含量随着其浓度的增加先升高后下降,1.8 mmol/L 时达到最大,为 1.8%,而 PUFAs 含量在 0.9 ~ 3.5 mmol/L 之间逐渐下降。以 NH_2CONH_2 为氮源,氮浓度为 1.8 mmol/L 时, DHA 和 PUFAs 含量最高,分别为 1.6% 和 11.4%,氮浓度低于或高于 1.8 mmol/L, DHA 和 PUFAs 含量均下降,相同氮浓度下,以 $NaNO_3$ 为氮源, DHA 含量最高;以 NH_2CONH_2 为氮源, DHA 含量最低。

3 讨论

自然界中除了少数蓝藻具有自身固氮能力外,微藻必须从环境中吸收一定的氮源以满足其生长繁殖的需要,且不同的藻种对氮的种类和浓度要求不同^[6-9]。文中的结果表明,等鞭金藻以尿素为氮源比生长速率最大,对数末期细胞数目最高,铵盐最低。

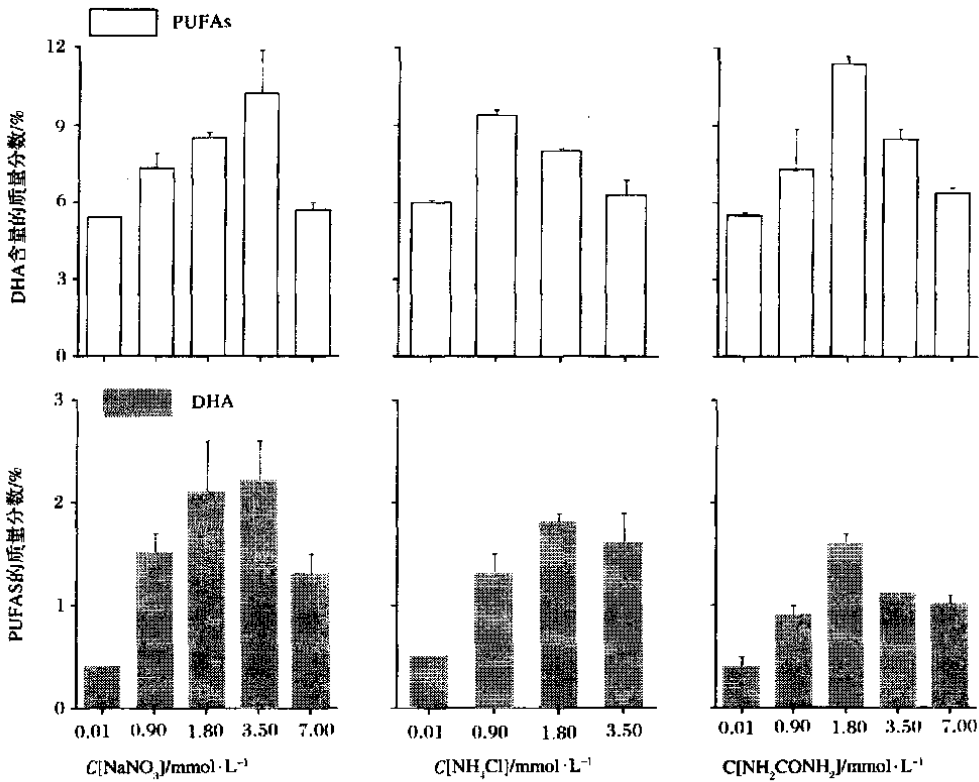


图2 氮源及其浓度对等鞭金藻 DHA 和 PUFAs 占干重含量 (w/w) 的影响 (n=3)

一般认为微藻最易利用铵态氮,但是随着 NH₄⁺ 被利用,培养基 pH 值逐渐下降,以至于抑制微藻的生长。因而高浓度的铵盐反而对微藻的生长有抑制作用。本研究的结果也证明了这一点,等鞭金藻对铵盐比较敏感, NH₄Cl 浓度超过 0.9 mmol/L 时就产生明显的抑制现象。等鞭金藻可以利用硝酸盐作为唯一的氮源,然而利用 NaNO₃ 这一过程需要消耗能量,因此相对而言是不经济的。等鞭金藻可以很好的利用尿素作为氮源,说明该藻细胞中存在尿素酶且尿素分解后并不改变培养液的 pH 值,因而可以获得较高比生长速率和生物量(见表 1)。

等鞭金藻属金藻门普林藻纲,该类型的微藻 PUFAs 占总脂肪酸的比例高,但各组分比例变化较大,通常含有较多的 C_{14:0}, C_{16:0}, C_{18:1(n-9)} 和 DHA,有些含有较高的 EPA^[10,11]。文中所用的等鞭金藻除了含有上述主要脂肪酸外, C_{18:2(n-6)} 占总脂肪酸的比例较高且几乎不含有 EPA。

氮源的种类和浓度显著影响微藻的脂肪酸组成。当培养基中氮浓度较低时, DHA (或 EPA) 随着氮浓度的增加而升高;当培养基中氮浓度达到一定水平后, DHA (或 EPA) 随着氮浓度的增加而降低^[2,3,12,13]。但一种绿藻 (*Parietochloris incisa*) 在氮饥饿的条件下合成较多的 PUFAs^[14]。除了氮浓度外,氮的种类也有影响,眼点拟微球藻 (*N. oculata*) 以铵盐为氮源时, EPA 的含量为 17.8%, 比以硝酸盐为氮源高得多^[15]。隐甲藻 (*Cryptocodinium cohnii*) 以酵母膏为氮源具有较高的生物量,以 KNO₃ 为氮源 DHA 产量最高^[16]。

文中所用的等鞭金藻在相同氮浓度下,以 NaNO₃ 为氮源, DHA 含量最高,以 NH₂CONH₂ 为氮源, DHA 含量最低,但综合考虑培养液的 pH 值和生物量,在大规模培养时以 NH₂CONH₂ 为氮源是比较合适的。当培养基无氮源添加情况下, DHA 的合成明显受到抑制, C_{18:2(n-6)} 大量积累,因而 PUFAs 占总脂肪

酸的比例较高,但占干重的比例很低,可能是由于在缺氮条件下,等鞭金藻的总脂肪酸含量下降所致。这一结果与 Harrison^[17]等(1990)报道的结果有较大差异。他们研究认为,在缺氮时等鞭金藻脂类含量基本保持稳定,饱和和单不饱和脂肪酸含量增加,但 EPA 和 DHA 保持相对恒定。

目前,有关氮源对微藻脂肪酸合成的影响,其机理尚不清楚,有研究认为氮饱和和能够增强微藻脂肪酸去饱和酶的活性。在高氮条件下,微藻碳链的延长和去饱和作用更加活跃,氮饥饿可能会抑制微藻的去饱和作用^[15,18]。从文中研究的结果来看,当培养基中氮浓度为 0.01 mmol/L 时,等鞭金藻表现出 C_{18 2(n-6)} 积累而 DHA 合成受到抑制的现象,可能与其脂肪酸合成过程中某些酶受到抑制有关。

参 考 文 献

- 1 Reitan K I, Rainuzzo J R, Olsen Y. Effect of nutrient limitation on fatty acid and lipid content of marine microalgae[J]. J Phycol, 1994, 30: 972 ~ 979
- 2 廖启斌,李文权,陈清花等. 营养盐对三角褐指藻脂肪酸含量和百分组成的影响[J]. 海洋环境科学, 2000, 19(2): 6 ~ 9
- 3 杨秀霞,于浩,曾晓起. 影响微藻脂肪酸组成因素概述[J]. 海洋湖沼通报, 2001(1): 76 ~ 82
- 4 Guillard R R L. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates[M]. Smith W L, Chanley M H. Culture of marine invertebrate animals, Plenum: New York Press, 1975. 29 ~ 60
- 5 Lepage G, Roy C. Improved recovery of fatty acids through direct transesterification without prior extraction or purification[J]. J Lipid Res, 1984, 25: 1391 ~ 1396
- 6 Wang Q H, Li M, Wang S H. Studies on culture conditions of benthic diatoms for feeding abalone. Effects of salinity, PH, nitrogenous and phosphate nutrients on growth rate[J]. Chinese J Oceanology and Limnology, 1998, 16(1): 78 ~ 83
- 7 Chu W L, Phang S M, Goh S H. Environmental effects on growth and biochemical composition of *Nitzschia inconspicua* Grunow[J]. J Appl Phycol, 1996, 8: 389 ~ 396
- 8 朱艺峰,郭小强. 不同氮磷硅含量和接种密度对三角褐指藻生长的影响[J]. 中国水产科学, 2001, 7(4): 47 ~ 51
- 9 梁英,麦康森,孙世春等. 不同的营养盐浓度对三角褐指藻生长的影响[J]. 海洋湖沼通报, 1999(4): 43 ~ 47
- 10 Zhukova N V, Aizdaicher N A. Fatty acid composition of 15 species of marine microalgae[J]. Phytochemistry, 1995, 39(2): 351 ~ 356
- 11 Viso A C, Marty J C. Fatty acids from 28 marine microalgae[J]. Phytochemistry, 1993, 34(6): 1521 ~ 1533
- 12 Xu N, Zhang X, Fan X et al. Effects of nitrogen source and concentration on growth rate and fatty acid composition of *Ellipsoidion* sp. (Eustigmatorphyta)[J]. J Appl Phycol, 2001, 13: 463 ~ 469
- 13 周洪琪,易翠平,丁卓平等. 环境因子对青岛大扁藻、亚心形扁藻、微绿球藻脂肪酸组成的影响[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2001, 20(增刊): 112 ~ 115
- 14 Goldberg K, Chiara B, Cohen Z. Nitrogen starvation induces the accumulation of arachidonic acid in the freshwater green alga *Parietochloris incisa* (Trebuxiophyceae)[J]. J Phycol, 2002, 38: 991 ~ 994
- 15 魏东,张学成,隋正红等. 氮源和 N/P 对眼点拟微球藻的生长、总含量和脂肪酸组成的影响[J]. 海洋科学, 2000, 24(7): 46 ~ 50
- 16 王永华,梁世中,杨博. 碳、氮源对隐甲藻油脂和 DHA 积累的影响[J]. 中国油脂, 2001, 26(6): 58 ~ 60
- 17 Harrison P J, Thompson P A, Calderwood G S. Effects of nutrient and light limitation on biochemical composition of phytoplankton[J]. J Appl Phycol, 1990(2): 45 ~ 56
- 18 Flynn K J, Garrido J L, Zapata M. Changes in fatty acids, amino acids and biomass during nitrogen starvation of ammonium- and nitrate-grown *Isochrysis galbana*[J]. J Appl Phycol, 1992(4): 95 ~ 104

Effects of Nitrogen Sources on the Growth and Fatty Acid Composition of *Isochrysis galbana* (Prymnesiophyceae)

Jiang Hanming¹ Zhang Fengzhen¹ Gu Hongyan¹ Zhai Jiang¹
Gao Kunshan²

1 (Staff of Biochemistry ,Department of basic medicine ,Taishan Medical College ,Taian ,271000)

2 (Marine Biology Institute ,Science Center ,Shantou University ,Shantou ,515063)

ABSTRACT The purpose of this paper is to determine the effects of nitrogen sources on fatty acid composition of *Isochrysis galbana*. The alga was obtained from different nitrogen sources (NO_3^- , NH_4^+ , NH_2CONH_2) at different concentrations. The growth rate and fatty acid composition were investigated and the results showed that *I. galbana* grew poorly, while contained the highest percentage of $\text{C}_{16:0}$, $\text{C}_{18:0}$ and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in the total fatty acids, when no nitrogen was added to the cultures. Within the range of 0.9 ~ 7.0 mmol/L, *I. galbana* growth rate increased with added NH_2CONH_2 and decreased with increased NH_4Cl . However, little change was shown when using NaNO_3 . The proportion of DHA of total fatty acids with NaNO_3 or NH_2CONH_2 as nitrogen resources could increase to its maximum at 3.50 mmol/L then decreased. With NH_4Cl or NH_2CONH_2 , the higher nitrogen concentration, the lower PUFAs percentage of total fatty acids. DHA content based on dry mass achieved the highest at 1.80 mmol/L with 1.8% NH_4Cl or 1.6% NH_2CONH_2 . The maximal DHA of 2.2% was obtained at 3.50 mmol/L with NO_3^- . At the same nitrogen concentration, the highest DHA content can be obtained with NO_3^- , while the lowest with NH_2CONH_2 .

Key words nitrogen source, *Isochrysis galbana*, growth, fatty acid, PUFAs, DHA

行业
动态

我国菊芋高值化开发项目通过鉴定

由华南理工大学、江西圣通高技术有限公司完成的“菊芋和菊苣的高值化开发”项目中试成果近日通过鉴定。该项目采用现代生物技术和膜分离技术进行高效加工，一条生产线可同时生产出高纯度菊粉、高纯度低聚果糖及高果糖3种保健食品原料。

国内加工菊粉多采用的是酒精沉淀法，存在得率低、纯度低、产品有怪味、成本高等一系列问题，难以被食品工业作为大宗原料接受。现有的低聚果糖生产线都是利用蔗糖经-呋喃果糖苷酶转化而得，由于此工艺会同时生成大量的葡萄糖，故产品纯度一般只有50%左右。该难题已成为制约我国低聚果糖发展的主要瓶颈，一直没有突破。至于国内现有的高果糖浆，是采用双酶法转化玉米淀粉生产的。在分离提纯方面需要工业色谱，固定资产投资过大，生产成本过高。

菊芋高值化开发项目是利用菊芋内源性菊粉酶，对菊芋内的菊粉进行生物降解，生成低聚果糖和果糖。利用2级膜分离装置对经过精制后的菊粉降解产物进行分离，制得高纯度菊粉(95%)、高纯度低聚果糖(95%)和超高果糖(86%)。这些技术创新点在国内外均未见到相同或相似的文献报道，有自主知识产权。该工艺节能、高效、方便、成本低、得率高、纯度高，达到了国际先进水平。由于该产品质量达到欧洲同类产品标准，而成本却只有进口产品的50%。专家预计，这一项目将在国内外市场具有明显竞争优势。