

含脑黄金的螺旋藻新品系的选育 及其对产业发展的意义^{*}

胡鸿钧 李夜光 殷春涛 耿亚红

(武汉植物研究所 武汉 430074)

摘要 从我国内陆盐湖中分离、培育出 2 株钝顶螺旋藻新品系(Sp(NS) 2001 和 Sp(NS) 2002), 具有一些国外品系所不具备的特性和品质。其中二十二碳六烯酸(DHA)在螺旋藻中的发现在国内外还是第一次。这 2 株新品系经中试和生产应用表明, 是适合于工厂化生产的高产优质藻种。

关键词 钝顶螺旋藻, 新品系, 二十二碳六烯酸(C₂₂: 6)

1 我国螺旋藻产业现状及问题

螺旋藻作为一种优良的保健品在国外被广大消费者接受已有 30 年的历史, 近 10 多年来销售量每年仍以 5%—8% 的速度增长^[1-2]。我国螺旋藻产业的兴起虽比国外晚约 20 年, 但发展却十分迅速, 1995 年生产规模已跃居世界前列。近年来, 由于种种原因我国螺旋藻产业逐渐萎缩, 目前仍在正常生产的企业也举步维艰。除市场方面的原因外, 制约其发展的重要因素是: (1) 藻种单一, 缺少有特色的产品; (2) 生产过程的管理基本停留在经验型的水平上, 产量低, 成本高, 质量不稳定。

螺旋藻产品和其它许多产品一样, 随着我国加入 WTO 面临严峻的挑战。其中产品质量和生产成本是最关键的两大问题。目前, 国内外工厂化生产的螺旋藻主要有两个种: 钝顶螺旋藻(*Spirulina (Arthrospira) platensis*) 和极大螺旋藻(*Spirulina (Arthrospira) maxima*)。我国各螺旋藻生产工厂的藻种都是直接或间接从国外引进的, 为改变这种状况, 一些科研单位、高校和企业做过不少筛选、培育新品系的研究, 取得很多成果^[3-7]。但由于受始发株(initial strains)品质(所含有的生物活性物质、生理特性等)和培育技术的限制, 所获得的新品系在品质上没有重大的突破。

2 新品系的筛选培育及其特性

“九五”期间, 我们承担了云南省省院合作项目, 与云南施普瑞公司合作开展螺旋藻工厂化生产关键技术优化研究, 经过 3 年多的大量深入研究, 取得了一系列重大成果, 其中从我国内陆盐湖中分离筛选出 2 株钝顶螺旋藻新品系(Sp(NS) 2001 和 Sp(NS) 2002), 具有一些国外品系所不具备的特性和品质。首先在温度的适应性方面, 国外引进的品系最适温度为 30—35℃(见图), 水温低于 20℃时, 不能进行商业性生产, 水温在 15℃以下停止生长。因此, 这些品系都只适于在热带或亚热带地区建厂生产, 或在低温时用地热加温。在塑料大棚(玻璃温室)内建培养池, 每年的生产时间最多只有 7—8 个月。在南方沿海年平均温度较高地区, 因冬季和早春气温仍然偏低, 不适合螺旋藻生产, 每年有效生产时间也只有 8 个月。无论哪种情况, 年生产周期较短, 生产成本低, 而建大棚等增加了固定资产投资, 生产成本会更高。大量研究表明, 温度和光照是螺旋藻大规模生产的主要制约因素。我们新分离筛选的钝顶螺旋藻新品系最适生长温度为 20℃(见图), 温度低于 15℃仍能进行商业性生产。

螺旋藻以含丰富的蛋白质和多种生物活性物质而被联合国粮农组织誉为 21 世纪人类优良食

* 收稿日期: 2002 年 1 月 30 日

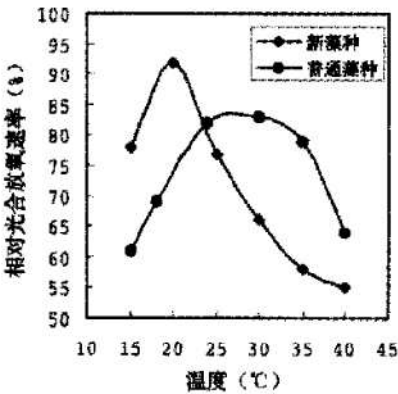


图 2个藻种的光合放氧—温度曲线

品,但多年来国内外许多学者还希望通过多种育种技术培育出营养价值更高、某些生理功能更强的新品系。如提高 γ -亚麻酸(GLA)含量,提高藻胆蛋白或人体必需的金属元素和微量元素等^[2,8,9],取得了不少成果。其中以提高人体必需的不饱和脂肪酸最受学者和医务工作者的瞩目。 γ -亚麻酸是一种具有多种生理功能的不饱和脂肪酸,一般螺旋藻含量约8—10mg/g(干重),是已知生物中含量较高的一种。上世纪八九十年代通过诱变技术得到新品系,其含量最高达到15.6mg/g。我们筛选培育的新品系,其含量达到16.45mg/g,是目前已知含量最高的。此外,在新品系中还发现有二十二碳六烯酸(C₂₂:6)(DHA),含量为7.88—9.50mg/g。DHA被称为脑黄金,这是在钝顶螺旋藻中首次发现。DHA具有预防和治疗心血管疾病、癌症,调节中枢神经系统和视觉系统等多种作用。新品系脂肪酸组成和含量见表1。该新品系的其它营养成分含量也相当高,粗蛋白含量达到67.9%(干重)(表2)。

此外,在省院合作项目中,针对我国螺旋藻工厂化生产中的关键问题,如污染防治、生产过程科学规范的管理等,都取得了重大成果。国内外螺旋藻开放式的培养都存在菌类、杂藻和其它浮游动物污染,如何防治一直是困扰国内外生产厂商和藻类学者的一大难题。经过多年的研究和中试,我们找到一种能有效防治污染菌、浮游动物和抑制杂藻的技术,在螺旋藻大规模养殖中应用,可使87%的发生严重污染的养殖池在3—4天内恢复正常生产。同时使用新的碳源调控技术使碳源的利用率由35%提高到62%。这两项技术申请了国家发明专利,已进入实审。目前国内开放式大规模养殖螺

旋藻的整个生产过程基本上是靠经验人工操作,效率不高,浪费较大。我们开发的计算机辅助管理系统,使工厂化生产从经验型提高到科学化管理,节约原材料,提高工作效率,从而提高了产品产量,降低了生产成本,更重要的是保证了产品的质量。该系统经过工厂化生产验证是行之有效的,已经注册了计算机软件版权。

表 1 钝顶螺旋藻新品系脂肪酸组成和含量

	相对含量(%)	绝对含量(mg/g)
棕榈酸	36.92	24.88
棕榈烯酸	9.77	6.43
硬脂酸	1.21	0.77
油酸	2.61	1.81
亚油酸	17.09	1.114
γ -亚麻酸	26.07	16.94
花生酸	3.03	1.45
未知酸	1.09	0.74
DHA	2.22	7.88

表 2 钝顶螺旋藻新品系主要营养成分含量

粗蛋白含量(%)	67.9
藻蓝蛋白(mg/100g)	5729
总类胡萝卜素(mg/100g)	385
叶绿素(mg/100g)	818

3 应用前景

2001年低温季节(1—4月)在云南程海螺旋藻生产基地室外大规模养殖,培养面积达到19万m²。实验表明,在水温低于15℃的1月份,平均单产3.5g/m²·d(表3)。而当地使用普通藻种,1—3月不能生产,4月才开始扩种。在程海地区使用新藻种可以实现全年生产,单位面积产量(kg/m²·a)由原来的1.6kg提高到2.16kg,碳源生产成本降低了约60%,仅为4.3元,生产每公斤螺旋藻的全部药品消耗仅7元,而国内其它工厂一般为18—30元。在国内其它地区使用,同样可以大大延长生产时间,单位面积产量将会明显提高,从而有效降低生产成本。

2株螺旋藻新品系的筛选培育成功,并经中试

和大量培养试验,表明是高产优质适于工厂化生产的优良藻种,对我国乃至国外螺旋藻产业的发展都

将产生积极的影响,同时还表明研究开发我国螺旋藻资源具有巨大潜力。

表 3 钝顶螺旋藻新品系在 2001 年低温季节大面积养殖的产量

	1 月	2 月	3 月	4 月
最低水温(℃)	10.0	11.0	16.5	18.0
平均水温(℃)	14.6	17.3	21.2	23.0
平均产量($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$)	3.59	4.85	5.78	6.90

主要参考文献

- 1 胡鸿钧. 国外螺旋藻生物技术的现状及发展趋势. 武汉植物学研究, 1997, 15(4): 369–374.
- 2 Ciferri O. Spirulina, the edible microorganism, Microbiol. Rev., 1983, 47: 551–578.
- 3 曾明涛, 胡鸿钧. 利用云南省永胜程海湖碱水驯化培养钝顶螺旋藻的研究. 武汉植物学研究, 1992, 10(1): 73–82.
- 4 龚小敏, 胡鸿钧. ^{60}Co γ 射线诱变钝顶螺旋藻的研究. 武汉植物学研究, 1996, 14(1): 58–66.
- 5 殷春涛, 胡鸿钧, 李夜光等. 中温螺旋藻新品系的选育研究. 武汉植物学研究, 1997, 15(3): 250–254.
- 6 殷春涛, 龚小敏, 胡鸿钧等. 适合于咸宁基地生产的螺旋藻品系的选育研究. 应用生态学报, 1998, 9(2): 222–224.
- 7 张学成, 谭桂英, 何丽容等. 甲基磺酸乙酯对螺旋藻的诱变作用. 海洋科学, 1990, 12(4): 517–521.
- 8 Cohen Z, Didi S, Heimer Y M. Overproduction of γ -linolenic and eicosapentaenoic acids by algae. Plant physiol., 1992, 98: 569–572.
- 9 Cohen Z. The chemicals of Spirulina. In Vonshak, A (Eds), Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell Biology and Biotechnology. Bristol, PA Taylor & Francis Inc., 1997. 175–204.

Selection of Spirulina New Strains Containing DHA and Its Significance on Spirulina Industry

Hu Hongjun Li Yeguang Yin Chuntao Geng Yahong

(Wuhan Institute of Botany, CAS, 430074 Wuhan)

Two new strains (Sp (NS) 2001 and Sp (NS) 2002) of Spirulina (Arthrospira) were isolated and cultivated from the inland alkaline lake in China. The optimal temperature for growth is around 20 °C, and they grow well even under 15 °C. But the optimal temperature for common used strains from oversea are 30–35 °C, and they can not grow under 15 °C. The native new strains contain more polyunsaturated fatty acids, especially their DHA (docosahexaenoic acid, C₂₂:6) content ranges from 7.88–9.54 mg/g. It is the first time to find DHA in Spirulina. It was proved by large scale culture that these 2 new strains have higher yield and better quality, and are suitable for industrialization.

胡鸿钧 男, 中国科学院武汉植物研究所研究员。1965 年中国科学院水生生物研究所研究生毕业。1980—1982 年, 美国加州大学伯克利分校访问学者。曾任水生生物研究所副所长, 武汉植物研究所所长。主要从事藻类系统学和微藻生物技术研究。获国家科技进步奖三等奖 1 项, 中国科学院科技进步奖二等奖 1 项, 三等奖 2 项。申报国家发明专利 7 项, 已授权 4 项。发表论文 60 余篇, 合作完成专著 3 部。