

微藻产业及有关情况浅析

Discussion about Production and Market of Microalgae in China

张宪孔

(中国科学院水生生物研究所, 研究员 武汉 430072)

藻类是没有根茎叶分化的低等孢子植物,以其多样性和生命力强为特点,几乎无处不在地广布于地球的每一角落。据记载,藻类植物总计约4万种,其中约80%系人们难以用肉眼看到个体的所谓微藻(microalgae)。人们又往往按其生境的不同将微藻分为海生、淡水生和陆生种类。

作为地球上的原始生物之一,微藻在自然界为人类的生存所做的贡献即社会效益已为世人所公认,但将微藻及其产物作为产品或商品以获取经济效益的历史却并不长。只是从50年代起,特别是最近十几年,随着现代生物技术的迅速发展和人们认识的提高,微藻的经济效益才愈来愈受到重视,微藻及其产品才得以作为商品推向市场,并为消费者所接受。在我国,经过10余年的努力,微藻,特别是螺旋藻已形成产业,并迅速形成市场。

微藻和微藻产品

目前,已经或正在形成生产规模和即将投放市场的微藻种类(此取市场函义而非学术上的种,下同)主要有:蓝藻中的螺旋藻(*Spirulina* sp.)和鱼腥藻(*Anabaena* sp.);绿藻中的小球藻(*Chlorella* sp.)、盐藻(*Dunaliella* sp.)、栅藻(*Scenedesmus* sp.)和红球藻(*Haematococcus* sp.);以及硅藻、金藻和隐藻中直接作为贝、虾等珍贵水产品的育苗饵料的一些藻类。

微藻产品则可归纳为整细胞和无细胞提取物产品两大类。

1. 整细胞产品:将培养生产的藻细胞经收获干燥后(如需要则经粉化)以干藻粉作为产品直接出售,这是国内外微藻生产场(厂)家产品销售的主要方式。这类产品具有明显的优势和特性,国内外的生产多为螺旋藻、部分小球藻和少量红球藻等。目前国际上产量约为2000吨/年,我国据称年产已逾百吨(螺旋藻)。干藻粉经简单消毒和加工即成为保健食品(药)品(片剂或胶囊式)。目前在我国市场上出现的诸如施柏健、施普瑞、施巴奴娜—护宝康、神龙

宝、金池、华科螺旋藻片或胶囊等多种多样的保健品均系由螺旋藻粉加工制成。此外,相当部分的干藻粉被用作一些珍贵水产品或畜牧业的饵(饲)料添加剂;还有一部分则用作深加工制备无细胞产品的原料。

2. 无细胞提取物产品:目前有一定规模 and 市场的微藻无细胞提取物产品至少有两种。其一是主要从螺旋藻提取的藻蓝素(实为发色团和蛋白质以共价键结合形成的一种蓝色复合体—藻蓝蛋白),国际上有的叫林娜蓝(Line blue),年产量估计逾10吨,主要用作冰淇淋、酸乳酪、蛋糕、饮料等食品工业上的着色剂,少量用于化妆品业;在医疗上也有一定功能。其二是从盐藻中提取的 β -胡萝卜素,世界年产不到10吨。除用作食品、饮料的着色剂外,近年来还发现,天然 β -胡萝卜素有抗癌作用。

当然还有其他一些微藻产品,如在诊断上用的藻荧光素、特种多糖和脂肪酸等等。但价格很高,尚未形成市场。至于从微藻中提取抗癌、抗菌、治疗疑难病症的贵重药品的工作,基本上还处于实验室阶段。

微藻的生产及有关问题

因为微藻是植物,其基本生产程序与作物种植类似,只要有场地(水面)、水、无机盐(肥)、 CO_2 和光照就可生长。因此从理论上讲,微藻的生产应是简单和廉价的。但事实上,有许多决策,特别是技术问题,决定着微藻生产的效益乃至成败。

1. 建场选址

不同的生产对象对生长的环境因子有不同的要求。养藻建场要选择有利于微藻生长的地方。国外螺旋藻生产场址几乎毫无例外地建在热带或亚热带不适于耕种的贫瘠地区,因为螺旋藻生长需要较高的温度(35℃左右)和较充足的光照。螺旋藻喜碱性,保持培养液高盐碱(NaHCO_3 一般约15克/升)是生产高质量产品的重要保证。生产场要远离农田,以尽量避免或减少生产用盐碱水对环境的污

染。同时,也必须注意使微藻本身免受工业和市政等排放的废水、废气及有毒废弃物的污染。纵观我国现有 60 多家螺旋藻生产场的建场,发现有很大的不同。从纬度上看从北方到南方相当分散,内中还不乏改良田或山林为养藻田的例证,这是造成某些场成本高、经济效益低的原因之一。更为严重的是会造成水污染和土壤盐碱化。因此,我国的螺旋藻生产场应建在广东、海南等沿海一带不宜耕种的盐碱滩上,或建在西部沙漠、半沙漠地区(像美国和以色列那样)。

2. 微藻生产方式简介

(1)叶轮混和跑道式开放养藻池 这是目前国内大量生产微藻特别是螺旋藻和盐藻的最常用方法。一般浅水塘(深 10~30 厘米)用塘堰或水泥板分割成联通的跑道式,以马达带动叶轮桨片推动培养液达到搅拌和混和的目的。池底以不漏水为原则,国外许多生产场甚至就是原泥沙底或铺一层塑料膜衬底,国内则大多数是水泥底。这种方式的优点是投资少、见效快,缺点是生产受气候影响大,容易污染,产量受到一定的限制。但一般情况下夏季晴天生产螺旋藻产量可达 10~15 克(干粉,下同)/天·平方米。我国南方年产可达 1 吨/亩(按年生产 200 天,日平均产 6~8 克/平方米计算)。虽然光合效率较低(仅 1%),但这种生产方式被国内外认为是目前生产用于健康食品、饲(饵)料等粗制品微藻的最经济可行的方法。

(2)封闭式光合反应器 用玻璃或透明塑料管做成盘旋式或方格板式全封闭微藻生产系统(仍主要以自然光为光源)。此类生产方法的优点是:部分理化环境因子可控制;扩大了表面积/体积比,从而增加了光能利用率(约 5%);更宜于防止污染。因此产量较开放塘式可高出数倍,质量提高更显著。但此法投资大、成本高,并有一些需要解决的技术问题,故目前只限于培种和生产特种用途的高值微藻产品使用,国内尚未用于生产。

(3)发酵罐异养培养 部分微藻有异养性能,可像酵母、细菌那样利用有机物发酵生产。除台湾的部分小球藻外,对大多数微藻,此法仍处于实验室研究阶段,一旦获成功,可能是大量生产某些优质微藻的有效方法。

3. 微藻生产中的几个问题

微藻大量生产中经常碰到的问题有多种,择其要者介绍如下:

(1)种的控制 品种至少应该是不(或极少)掺杂其他种类微藻的单种。一般情况下,许多门类的微藻由于存活条件的相似性或较强的适应性,很难做到大面积单种培养。杂藻(生产品种以外的其它微藻)、微型动物以及细菌的污染往往严重地影响产品的产量和质量,甚至造成停产。这是迄今只有

少数种类的微藻投入商品性生产的主要原因。螺旋藻和盐藻之所以能用于大量生产,主要在于这两种微藻分别喜爱其它微藻不太适应的特殊的高碱和高盐环境,大面积生产较易控制。显然,生产中的单种保持、污染控制既是选择培养对象又是确定生产方式的重要因素,也是微藻开发研究中的一个重要课题。

(2)搅拌和充气 微藻是在水体中培养生长的作物,为使细胞分布均匀,充分利用阳光和进行气体交换,生产中必须不停地进行温和而均匀的搅拌,并导入适量的 CO_2 ,才能保证生长、提高产量。搅拌的速度(一般在 10 米/分)和方式(多采用叶轮式)以及 CO_2 施用量,直接影响产量,是投资者在计算成本时经常考虑的问题之一。

(3)收获和干燥 微藻在水体中生长,个体小(3~30 微米)、浓度低(<500 毫克干重/升),造成收获和干燥投资高、难度大,也是多年来微藻生产中科技人员致力解决的重要技术问题之一。事实证明,离心法和化学凝絮法从经济考虑大多不够理想。由于个体相对比较大,螺旋藻生产中主要采用过滤法收获,收获的藻糊(10~15%的干重)需尽快干燥以免变质。对螺旋藻而言,干燥比收获所需的投资和成本更高,虽然可用多种干燥方法,但目前最常用的还是喷雾干燥。如果用流水线式生产无细胞提取物(如藻蓝素),则可省掉耗资较大的干燥工序。

上述三个方面的问题,特别是(1)和(3),往往是一些微藻生产场(厂)投资和规模已经到位、达标,但产量和质量都达不到预期的主要原因。

效益和市场浅析

如果把微藻生产流程简化为:培育和接种、生产培养、收获干燥这连续三大程序,以开放池式生产螺旋藻为例进行大略的经济核算,其投入至少包括:(1)固定资产,如土地、建筑、设备、实验室装备等费用。(2)运转投入的水、电、原料(主要是营养盐和 CO_2)、劳务(含技术服务)等。(3)间接投入(运行管理、设备保养和广告宣传等)的费用。(4)其它开支,如事故、环保、社会保险和纳税等。

据悉,目前我国生产螺旋藻的成本(即投入)约 10 万元/吨干藻粉,其中上述 4 项的投入比大致分别为 20~30%(不包括征购土地费用)、50~60%、10~20%和 5~10%。所产干藻粉主要供出口,达标产品售价约在 16~20 万元/吨,利润约在 100%,经济效益可谓显著。值得注意的是,国际上同类螺旋藻产品的成本大致合 5~10 美元/公斤,按国际市场同样售价计算,其利润较我国产品高 10~20%。这和我国的微藻生产技术较差,部分场址选择不当