

鄂尔多斯高原盐碱湖持续利用与其螺旋藻产业的崛起

李博生¹, 张宏斌²

(1. 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100086

2. 内蒙古鄂尔多斯市鄂托克旗螺旋藻养殖基地, 内蒙古 乌兰 016100)

摘要: 论述了鄂尔多斯高原螺旋藻产业崛起的背景和发展现状, 提出了在鄂尔多斯高原发展螺旋藻产业的方向和发展优势, 这对于当地资源的合理利用和持续发展具有重要意义。

关键词: 螺旋藻; 螺旋藻产业化; 盐湖资源利用

中图分类号: Q949.2

文献标识码: A

文章编号: 1008—858X(2010)04—0043—05

我国盐湖主要分布于青海、新疆、西藏和内蒙古等省区, 面积大于 1 km^2 的内陆盐湖有 813 个^[1]。内蒙古是我国盐湖分布最多地区, 共有 375 个盐湖, 盐湖面积 1441 km^2 。有些盐碱湖在 20 世纪 50 年代就开始生产天然碱, 20 世纪 70 年代日晒碱工艺的应用, 天然碱生产得到了飞速发展, 一些碱厂以天然碱为原料主要生产小苏打、纯碱、烧碱等^[2-3]。近年来, 一些盐碱湖由于几十年开发利用, 盐碱湖底层碱被挖掘殆尽, 产量逐年降低, 经济效益低下, 一些企业不得不将这样的盐碱湖放弃经营。被企业放弃的盐碱湖的湖水既不能用于农牧业灌溉, 也不能作为人畜饮水。然而, 这些被废弃的盐碱湖正好用于养殖螺旋藻, 按现在的生产技术, 年产量可达 $10 \sim 13 \text{ t/hm}^2$ 干藻粉。经过 7 年的发展, 现在鄂尔多斯市鄂托克旗已有企业 16 家之多, 螺旋藻干粉年产量近 1 000 t, 获得了显著的经济效益、生态效益和社会效益。本文阐述了螺旋藻产业在鄂尔多斯高原的崛起历程和产业发展的现状以及当地发展螺旋藻产业的独特优势, 也提出了鄂尔多斯高原螺旋藻产业发展的方向, 这对于我国西部螺旋藻产业的发展、盐碱湖的综合利用和盐湖农业的发展具有重要的参

考价值。鄂尔多斯高原螺旋藻产业的崛起显著地改变了我国螺旋藻产业的南北分布格局和明显地降低了生产成本, 使全国螺旋藻年产量有了大幅度提高, 并使湖畔极度盐碱化的、难以利用的土地通过养殖螺旋藻成功转化成为生产蛋白质的基地, 这对于我国西部盐碱湖广泛分布区中废弃盐碱湖和极度盐碱化边际性土地的利用、当地经济的发展以及人民生活水平的提高具有重大意义。

1 鄂尔多斯高原螺旋藻天然分布区自然条件概况

鄂尔多斯高原位于我国内蒙古自治区南部, 黄土高原北沿, 属于风沙区、戈壁区和黄土区的过渡带, 在植被方面属于干草原向荒漠草原和森林草原的过渡带, 这一地区也是我国北方多民族聚集的农牧交错地带。年均温度 $5.5 \sim 9.1 \text{ }^\circ\text{C}$, $\geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$ 积温为 $2500 \sim 3500 \text{ }^\circ\text{C}$, 海拔多在 $1100 \sim 1500 \text{ m}$ 之间; 鄂尔多斯风大沙多, 年均风速 3.3 m/s , 大风多发生在 4~5 月间, 春秋季节以西北风为主, 夏季盛行东南风, 每年 8 级以上大风超过 50 d, 由西向东年降雨量

收稿日期: 2010-03-01

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项资助(200704025); 教育部重点研究项目(102023) tb3721@126.com

作者简介: 李博生(1956—), 男, 博士, 教授, 主要从事螺旋藻生理生化与其产业化研究。

150~350 mm,降水主要集中于七、八、九 3 个月,约占年降水量的 60%~70%,蒸发量 2 600 mm 左右,蒸发量是降雨量的 10 倍多,库布齐沙漠和毛乌素沙地横亘南北^[4]。在这一风沙区分布有面积为 1 km² 以上数百个盐碱湖,主要属于 Na₂CO₃-NaHCO₃ 型的碱性湖,鄂尔多斯高原属于世界盐碱湖密集区之一。

2 螺旋藻产业在鄂尔多斯高原的崛起历程

鄂尔多斯高原螺旋藻研究与生产源于 20 世纪 90 年代,1995 年发现了天然分布的螺旋藻^[5],并于 1996 年主持内蒙古“九五”攻关课题,即内蒙古沙区螺旋藻综合利用与产业化研究,对当地分布的螺旋藻进行了多方面的研究;1997 年在鄂尔多斯市乌审旗巴彦淖尔湖畔建立了日光温室。该温室的结构为 3 面砖砌,两侧留门,后墙为空心墙,留有烟道可随时点火加温,留有通风口也可通风降温,向阳面拱形钢架以棚膜封闭,实用面积 240 m²,水泥池壁,塑料薄膜铺底,用于研究内蒙古螺旋藻生态生理学特性和螺旋藻养殖工艺及增产技术。1998 年螺旋藻养殖取得成功,2000 年支持当地企业建

立 5 000 m² 的螺旋藻养殖池,随后有一定量的藻粉产出。2003 年鄂托克旗乌兰镇工业开发区建起了 7.6×10⁴ m² 的螺旋藻养殖基地,当年螺旋藻干粉产量约达 57 t,鄂尔多斯高原开始了规模养殖螺旋藻,见表 1。2004 年螺旋藻藻粉产量增加了 4 倍多,企业数增加到 3 家;2005 年其增加了 7.04 倍,企业数翻了一番;到 2009 年止,螺旋藻产量增加了 30 倍,螺旋藻企业发展到 16 家。从单位产量来看,2003~2005 年,由于养殖初期经验不足,每公顷在 7.5~11.52 之间波动,从 2006 年以来单位平均产量趋于稳定,达到 11.50 t/hm²。在鄂尔多斯高原盐碱湖寸草不生的湖畔通过养殖螺旋藻,使极度盐碱化的土地每公顷创造产值 4.605×10⁷ 元。2009 年螺旋藻粉总产量达到 825 t。这样的螺旋藻年产量占国内螺旋藻总产量的 1/5~1/4。通过养殖螺旋藻将极度盐碱化土地转化为生产蛋白质的基地在我国西部大开发中具有重要意义。2010 年,当地螺旋藻产业将有更大规模的发展,即螺旋藻企业从工业园区迁移到盐碱湖畔,建立螺旋藻养殖区,可望当年螺旋藻产量突破 1 000 t。鄂尔多斯高原不久的将来有望成为我国乃至世界螺旋藻藻种和产业化重地。

表 1 鄂尔多斯高原鄂托克旗螺旋藻产业的发展状况
Table 1 The development of Spirulina industry in Ordos plateau area

年份	企业数 / 个	养殖棚数量 / 个	养殖面积 / hm ²	藻粉年产量 / t	藻粉单位面积产量 / (t/hm ²)
2003	1	116	7.6	57	7.5
2004	3	454	24.65	284	11.52
2005	6	692	36.55	401	10.97
2006	11	898	48.73	558	11.45
2007	12	978	53.13	603	11.35
2008	13	1066	57.97	667	11.50
2009	16	1306	71.17	825	11.59

3 在鄂尔多斯高原发展螺旋藻产业具有独特的优势

1. 利用当地的低温藻种,适应当地生长环境。内蒙古螺旋藻生长最适温度为 24~25℃^[7-9],而国外引进的钝顶螺旋藻和极大螺旋藻生长最适温度 35~37℃,内蒙古螺旋藻藻

种适应本地气候条件,不仅在当地规模养殖可确保高产,而且由于高原沙漠的特殊生长条件,使该螺旋藻含有特有的营养成份。

2. 利用当地资源,可使其养殖成本降低 50% 以上。国内生产螺旋藻均购置小苏打、常量和微量元素,人工配制培养液,培养液的费用占螺旋藻生产成本约为 50%~60%,这些原料

大多购于内蒙古, 在当地养殖螺旋藻所用的培养液可就地取材, 利用当地产的天然碱、母液碱或碱液进行生产, 确保生产绿色的螺旋藻产品。

3. 鄂尔多斯高原干旱少雨, 日照时间长, 高产优质。内蒙古沙区年日照时数 2 887 ~ 3 186 h 太阳辐射总量 5 500 ~ 5 988 MJ/m² (仅次于西藏), 而螺旋藻繁殖快, 生长快, 需要充足光照, 在一定范围内, 光照越强, 日照时数越长, 光合产物积累就越多, 产量就越高。在南方阴雨天较多, 不仅减少了日照时数和日照强度, 降低其产量, 而且大量雨水将其培养液稀释, 甚至造成藻种死亡, 带来灾害。因此, 干旱少雨, 日照时间长和太阳辐射强成为养殖螺旋藻的独特优势。

4. 利用盐碱湖资源生产螺旋藻, 资源可循环利用, 对环境无污染。在螺旋藻养殖的其它地区, 用地下水配制培养液, pH 值达到 9 ~ 11, 盐碱含量远远高于环境的土壤溶液, 将培养废液排放, 导致土壤和环境污染。而在鄂尔多斯高原却将其废液归还到盐碱湖里, 天然再生与平衡, 不会造成环境污染, 这一优势是其它地区无法取代的, 盐碱湖的利用和螺旋藻产业可持续发展。

5. 在当地进行螺旋藻生产利用当地边际性土地, 不占用农田牧草地。在鄂尔多斯高原生产螺旋藻, 生产区建在盐碱湖畔的土地上, 这里的土地严重盐渍化, 几乎寸草不生, 农牧业无法利用; 然而, 螺旋藻正是在这样的土地上进行生产, 所以不占用农田牧场, 只利用这些很难利用的边际性土地, 这样使其投入的土地成本大幅度降低。由于螺旋藻开发利用的巨大经济价值, 在我国其他地区的螺旋藻企业不惜重金购、租城市郊区的土地, 用于开发螺旋藻, 与此相比, 在鄂尔多斯发展螺旋藻产业的经济效益和重要意义显而易见。

6. 利用盐碱湖资源进行螺旋藻生产是鄂尔多斯高原天然碱产业的后续发展项目。当盐碱湖生产天然碱没有继续利用价值时, 该碱湖可用于培养螺旋藻, 螺旋藻养殖所需碱的浓度比天然碱生产低得多, 所以在难以生产天然碱时却能顺利养殖螺旋藻。可见, 在当地螺旋藻产业是天然碱产业的后续发展项目。当然, 两

者同时进行生产也没有矛盾。内蒙古高原 1 km² 以上的天然湖泊 623 个, 其中盐碱湖高达 61%, 是世界上著名的盐碱湖密集区之一, 这就为螺旋藻产业形成“大气候”奠定了雄厚的资源基础。

7. 鄂尔多斯高原必将建成国内唯一的天然螺旋藻产业化藻种基地。国内螺旋藻企业生产均使用进口藻种, 而且多为钝顶螺旋藻^[6], 其生长最适温度约为 35 ~ 37 °C, 不同地区年生产周期最长只达 5 ~ 8 个月 (包括有棚防护)。鄂尔多斯培育的藻种具有耐低温的特性 (最适温度约为 24 ~ 25 °C)^[8], 在国内大多数地区早春和晚秋均能正常生产, 在不增加任何生产设备的情况下, 使南方现有企业每年螺旋藻养殖期延长 2 ~ 4 个月, 能够极大地提高螺旋藻企业的经济效益。再则由于天然螺旋藻经过人工长期养殖, 会出现逐年退化问题, 也需要经常更新来自天然分布区的藻种。另外, 当地藻种所含营养也有不可取代的成分, 在鄂尔多斯高原螺旋藻天然分布区建立藻种基地, 无论从科学研究和生产应用方面均具有重要意义和国内外广阔市场。

4 鄂尔多斯高原螺旋藻产业的发展方向

在鄂尔多斯高原发展螺旋藻产业是以当地资源——藻种、盐湖和气候条件为基础, 以螺旋藻开发为中心, 同时开发当地其他浮游生物资源, 这是一项高附加值、高科技产业。根据资源的特点, 能够组合成高科技产业链, 是一项新型的绿色产业, 必将全面推动我国西部食品、医药、精细化工、饲料加工和畜牧业、水产养殖等行业的发展。可根据鄂尔多斯高原螺旋藻产业发展的现状提出以后的发展方向。

1 鄂尔多斯高原螺旋藻产业的发展只有 7 年的时间, 从整体来看仍属于起步阶段, 虽然当地有 10 余家企业生产螺旋藻, 但仍未形成整体规模优势。需要集团公司的介入, 配置科技、管理和营销团队, 面向国内外市场, 推动螺旋藻产业向纵深发展。

2 鄂尔多斯高原发展螺旋藻产业, 要以发

展盐湖农业、沙产业和优先保护环境的思想为指导,以盐碱湖为单位,以螺旋藻产业为中心,发展复合经济。需要将螺旋藻、卤虫、天然碱产业、饲料和“设施”畜牧业、螺旋藻生物活性物质的提取和利用、螺旋藻食品、保健品以及能源等产业整合起来形成产业链。

3)在鄂尔多斯高原发展螺旋藻产业,应充分利用风能和太阳能洁净能源。在当地 8 级以上大风日数年平均 50 d 以上,干旱少雨,年日照时数长,太阳辐射仅次于西藏,在当地建立风光互补发电系统潜力巨大。

4)研发大型的螺旋藻光生物反应器,推动大棚跑道式养殖工艺升级换代,克服现有养殖方式的缺点,提高单位体积的产量和质量,以一种科学的、高效率的养殖方式体现当地丰富的天然资源优势。

5)对于目前大棚跑道式养殖,急需优化工艺,提高养殖人员的技能,加强在养殖过程中工艺参数的控制,使螺旋藻产量能够提高 30% ~ 50% 左右,在不增加任何固定资产的前提下,取得更大的经济效益。

6)在螺旋藻生产过程中,很易遭受微生物的污染,产品中的微生物容易超标。应严格控制生产的重要环节,包括喷雾干燥机干粉出口和包装车间应采取无菌化衔接和处理。

7)鄂尔多斯高原螺旋藻产品主要为干粉、少量的片剂和胶囊。联合国粮农组织推荐“螺旋藻为 21 世纪最佳食品”,既然定位于食品,就应以食品生产的方式介入。随着螺旋藻产业化规模的扩大,开展螺旋藻深加工的研究,研发螺旋藻食品,使其走向百姓餐桌。一则能够扩

大市场需求;二则提高我国人民的健康水平。

螺旋藻产业是内蒙古继天然碱和山羊绒白色产业之后的绿色产业,并且能够促进白色产业的发展,迅速形成资源开发的整体优势,必将发展成我国唯一的螺旋藻产业化藻种基地和产业化重地。内蒙古沙区自然条件恶劣,土地贫瘠,生态环境脆弱,只有重视特有资源的开发,组合高附加值、高科技的产业,才能带动地方经济快速发展,良性循环,持续发展。螺旋藻产业是一项面向 21 世纪的生物高科技产业,对我国盐碱湖综合利用和持续发展具有重要意义。

参考文献:

[1] 郑喜玉, 张明刚, 徐昶, 等. 中国盐湖志 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[2] 王吉平, 周建民, 马秀莲, 等. 内蒙古伊克昭盟现代碱湖区矿层的矿物组成及分布特征 [J]. 矿物学报, 1999 19 (3): 315—319.

[3] 闫秉忠. 当代伊盟化学工业发展阶段之我见 [J]. 内蒙古石油化工, 1996(A08): 88—92.

[4] 吴国玺, 张国盛, 王林和, 等. 毛乌素沙地臭柏、油蒿细根生产动态及影响因子 [J]. 干旱区资源与环境, 2007 21(6): 156—162.

[5] Li B. S A New species of *Spirulina* (*A. rhospira*) from the Mu Us sandy land of Inner Mongolia autonomous region in China [J]. Foresty studies in China 2001(2): 44—48.

[6] Peng Y H Guo B J The today and future of *Spirulina* development [J]. Journal of South China Normal University 1998 (2): 19—25.

[7] 贾辉, 李博生. 螺旋藻细胞主要物质的转化对其细胞沉浮的作用 [J]. 水产科学, 2008 27(11): 578—580.

[8] 杨学文, 李博生. 温度对螺旋藻生长和蛋白质含量的影响 [J]. 内蒙古农业大学学报, 2006(2): 60—64.

The Rising of Spirulina Industrialization and Sustainable Use of Saline Lakes in Ordos Plateau Area

LI Bo sheng¹ ZHANG Hong bin²

(1. College of Biological Sciences and Technology Beijing Forestry University Beijing 100083

2. Spirulina Cultivation Base of Ordos City Inner Mongolia Wulan 016100 China)

Abstract: The present situation and background of the development of Spirulina in Ordos Plateau area has been reviewed. The development directions and advantages of Spirulina for the locality are also present in the paper. These have much high significance for proper utilization of the saline lakes resources and the sustainable development of Spirulina industry.

Key words: Spirulina; Spirulina industrialization; Utilization of saline lakes resources

《盐湖研究》2011年征订启事

《盐湖研究》是原国家科委批准的学术类自然科学期刊, 由中国科学院青海盐湖研究所主办, 科学出版社出版, 1993年创刊并在国内外公开发行。

《盐湖研究》是国内唯一的研究盐湖科学和技术的专业性期刊。面向国内外报导交流盐湖、地下卤水、油田水、海水等基础、应用、开发和技术及管理的研究报告、论文和成果, 探讨其资源的分离提取技术与综合利用途径。

《盐湖研究》为季刊, A₄开本, 72页, 每季末月5日出版发行。单价: 8.00元/本, 全年订价: 32.00元。中国标准刊号: ISSN1008-858X, CN63-1026/P。邮发代号: 56-20。全国各地邮局均可订阅, 也可直接与《盐湖研究》编辑部联系, 联系电话: 0971-6301683