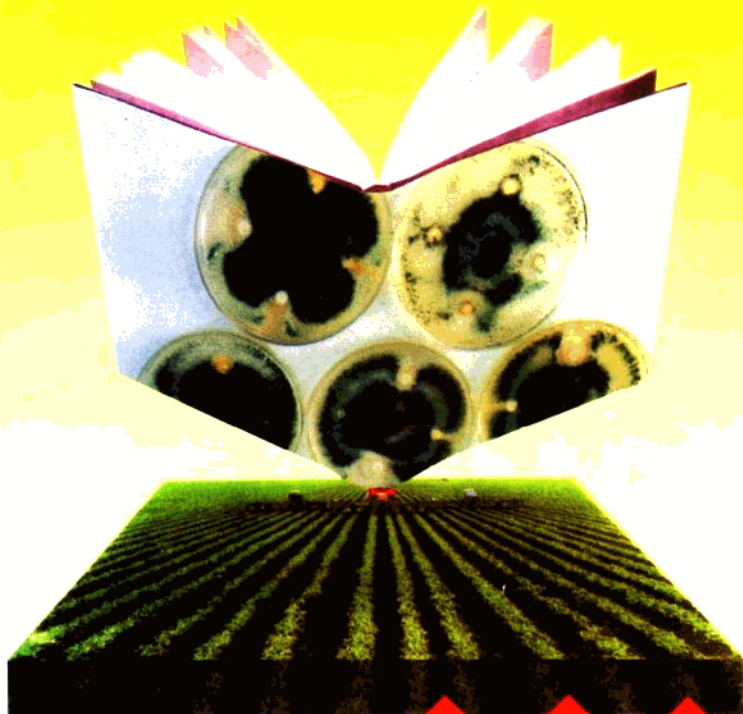




农业新技术

明

白

书

光合菌在 农业中的应用

陈秀为 编著

天津科学技术出版社

顾 问 曲维枝 朱连康

编委会主任 张树明 杨应敏

成 员 (以姓氏笔划为序)

王 树 王润卿 叶月皎 刘克增

刘茂春 李 刚 李家庆 李德增

赵连铭 倪守明 寇秀蓉 蔡明玉

主 编 张树明 杨应敏

副 主 编 倪守明 李 刚 宋绍奎 陈林官

许向路

编辑部成员 (以姓氏笔划为序)

马克俭 王述天 邢克智 许向路

齐成喜 李 刚 陈林官 宋绍奎

胡承宏 赵嗣宾 贾玉生 倪守明

祝培瑜 戴冠英

编 者 的 话

运用科普读物的方式,向广大农民传授农业新技术知识,是很有效且简便易行的好办法。农村推行家庭联产承包经营以后,推广农业新技术的形式也必须适应变化了的经营体制,除了传统的、行之有效的技术指导、技术承包、短期培训、示范推广、技术资料发放外,编写适合农民文化程度、阅读习惯和口味,文字浅显明白,可操作性强的科普丛书已成为农业新技术推广的重要形式,许多地方和部门的实践也已充分证明了这一点。但是,农民总觉得有些书写得不够明白,书是买了,不好用,特别希望能为他们编写一套明明白白,图文并茂,文化不高也能看得懂、用得上的图书。满足农民的需求,正是我们组织编写这套农业新技术明白书的目的。

《农业新技术明白书》主要是结合天津地区并兼顾三北地区农业生产的具体情况编写的。要说特点,一是全,包括粮食作物、蔬菜、果树、水产、畜牧、农机等等;二是新,介绍的都是农业新技术;三是实,实实在在,实用、实际;四是白,文字浅,大白话,一看就明

白。当然,我们的意图是尽量达到这些要求,是不是达到了,还请农民朋友多提意见。

天津市政府曲维枝、朱连康副市长对编写出版这套丛书非常重视和支持,市农办、市科委、市财政局和各编写单位的有关同志做了很有成效的工作,谨以此书的完成表示谢意。

张树明

1997年6月

目 录

一、一种新的微生物资源——光合细菌	(1)
(一) 光合细菌在自然界的分布	(1)
(二) 光合细菌的特性	(4)
(三) 光合细菌的营养价值	(8)
二、光合细菌在农业上的应用	(11)
(一) 净化水产养殖环境	(11)
(二) 提高鱼苗、虾苗成活率	(15)
(三) 防治鱼虾病害	(18)
(四) 做鱼虾饵料和畜禽饲料添加剂	(21)
(五) 促进作物生长	(26)
(六) 提取天然色素,开发安全食品	(31)
(七) 净化高浓度有机废水	(31)
(八) 观赏鱼养殖、盆花栽培上的用途	(35)
三、光合细菌的使用方法	(37)
(一) 净化水产养殖环境	(37)
(二) 防治鱼虾病害	(37)
(三) 鱼虾育苗开口饵料	(38)
(四) 培育轮虫等浮游生物饵料	(38)
(五) 做鱼虾饵料或畜禽饲料添加剂	(38)

(六) 观赏鱼养殖及盆花栽培使用	(39)
(七) 促进作物生长, 防治土传病害	(40)
(八) 使用中用量的计算	(40)
四、光合细菌使用注意事项	(42)
(一) 存放阴凉处, 不宜久存	(42)
(二) 尽量不要与化学药品同时使用	(43)
(三) 连续使用, 强化使用效果	(43)
(四) 用时摇匀	(43)
五、光合细菌的培养方法	(44)
(一) 培养光合细菌的原料	(44)
(二) 菌种	(44)
(三) 接种量	(45)
(四) 温度	(45)
(五) 光照	(46)
(六) pH 值	(46)
(七) 培养时间	(47)
(八) 培养光合菌的用水	(47)
(九) 光合菌的培养步骤	(47)
六、光合细菌产品质量检验	(50)
(一) 感官鉴定	(50)
(二) 实验室鉴定	(51)
七、光合细菌的质量标准	(55)
(一) 外观形态	(55)
(二) 浓度	(55)

(三) 产品等级标准	(56)
(四) 保质期	(56)
(五) 假冒产品的识别	(56)

一、一种新的微生物资源——光合细菌

(一)光合细菌在自然界的分布

一提到细菌,人们总是把它和疾病、食物腐败变质等不好的现象联系起来,并尽量避开它。这是人们对细菌还不十分了解的缘故。细菌给人类带来疾病,使食物腐败,这是事实,但这只是少数细菌的作用;还有很多很多细菌对人类是有益的,是有贡献的。

开发农业微生物资源,普及和应用农业生物技术,对于发展“二高一优”农业有着至关重要的作用。使用天然的生物水质净化剂,生物菌肥,生物杀虫剂,生物除草剂等,不但可以获得稳产、高产,而且还减少了化学品对农业环境的污染。应用农业生物技术生产无公害的绿色食品,对人类的健康长寿是功德无量的。

在这本书里,我们介绍一种在农业上有广泛用途的新的微生物资源——光合细菌(也称光合菌)。光合细菌在水产养殖、畜禽养殖、农作物生产方面都具有实用价值,应用前景十分广阔。

自然界中的生物一般可分为三类,这就是动物、植物和微生物。这些形体很小的微生物又可以按个体大小及性质不同分为真菌、细菌和病毒三种。其中真菌个头比较大,我们常见的各类食用菌,如香菇、木耳、金针菇、灵芝等,还有发面、酿酒用的酵母菌等都属真菌类。细菌个头就小得多了,一般只有在显微镜下放大几百倍、几千倍才能看见。病毒就更小了,一般普通显微镜都看不见,只有用电子显微镜才可以观察到。

细菌虽小,种类繁多,自然界中几乎无处不在。而光合细菌则属于水圈微生物,一般有水又有光线照到的地方,都可以找到光合细菌。特别是江河、湖泊、污泥、沼泽、土壤中,更是光合细菌经常生活的地方。光合细菌生命力极强,能耐受各种极端环境。据科学家们研究发现,在南极海岸和 90°C 高温的温泉,以及含盐量达 30% 的盐湖中也有光合细菌的踪迹。从表 1-1 中我们可以大致看出光合细菌在各种环境中的分布情况。光合细菌在比较清洁的水中数量比较少,而在污染环境中,例如生化需氧量(BOD)高达 $150\text{ppm} \sim 250\text{ppm}$ 的污水、污泥中,数量可达到每克 10^6 个 $\sim 10^7$ 个。

光合细菌在海水、淡水中都能生长,最适温度为 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。有些有机污染严重的发黑发臭的水中

表 1-1 光合细菌在自然界的分布

环境		细菌数/克
江河	BOD < 10ppm	1 ~ 10
湖泊	BOD 10ppm	$10^2 \sim 10^3$
海滨土		$10^3 \sim 10^4$
水稻土		$10^4 \sim 10^6$
污水沟	BOD 250ppm	$10^6 \sim 10^7$
活性污泥曝气池	BOD 150ppm	$10^6 \sim 10^7$

硫化氢含量很高时,其它细菌生长都会受到抑制,而光合细菌却能大量生长繁殖,以致使这个水层呈现出特殊的红色。大多数土壤中光合细菌都存在,有的光合细菌还能适应特殊的酸性环境,例如泥炭土、沼泽地带等。

光合细菌在各种水域环境中生长情况也不完全相同。在流动性不大的湖泊中,由于下层底泥污染,全年都处于厌氧层,常产生大量的硫化氢,这里一年四季都有光合菌的生长。

在流动性较大的河水中,由于很难形成厌氧层,光合细菌不易生长;但夏季高温,水下层产生较多硫化氢,这时光合细菌也能大量繁殖起来。

在一种叫做氧化塘的生物废水处理系统中,由于这种处理设施处理废水的原理不用曝气,污水中大量繁殖的微生物以有机物为营养源,繁殖过程中

消耗掉溶解氧,使水环境形成厌氧状态,硫酸盐还原菌使含硫有机物分解成硫化氢,这时光合细菌则利用硫化氢为养料大量生长繁殖,以致使塘水呈现红色。

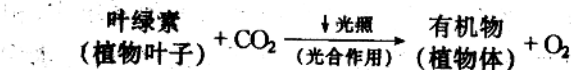
还有一种处理污水的方法叫活性污泥法。这种方法也不用曝气,利用活性污泥槽中生长的大量好氧微生物,将各种有机物分解成小分子碳氢化合物,在这里光合细菌也能大量繁殖。

另外,在污水沟、池塘、沼泽、海岸等自然水域中都分布着各种种群的光合细菌,所以光合细菌与自然界水质天然净化的关系就十分重要了。

(二)光合细菌的特性

光合细菌,顾名思义,是一大类能够进行光合作用的细菌的总称。

绿色植物能够进行光合作用,这是人们已经很熟悉的事了。绿色植物的叶子里有叶绿素,叶绿素利用阳光和吸收空气中的二氧化碳,能制造有机物并放出氧气。这个过程可以简单地用下面的式子表示出来:

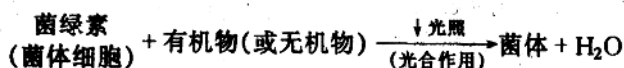


这个过程日复一日,年复一年,创造了生生不

息、千姿百态的植物世界，也创造了人类社会文明。

细菌中也有一类类似植物一样，能够通过光合作用来生长繁殖的，这就是光合细菌。光合细菌是由一个庞大的家族组成的，它们的英文名字第一个字母分别为 P、S、B，所以也可简称为 PSB。光合细菌包括一个目，两个亚目，4 科，19 属，49 种。光合细菌虽然种类繁多，但它们都有一个共同特点，就是细胞内部有一个光合器官，细胞本身含有菌绿素，在阳光照射下，能够利用各种有机物或无机物制造菌体。与植物光合作用不同的是它不放出氧气。

光合细菌的光合作用可简单地用下边式子表示出来：



光合细菌种类繁多，个体形态也多种多样，主要有球形、杆状、螺旋状或卵圆形。一般球形细菌直径为(0.3~0.6)微米；杆状细胞宽为(0.5~1.0)微米，长为(0.9~2.0)微米；但个别细胞宽也可达4微米，长度达(5~10)微米，甚至有的达(25~50)微米，并且形态有时发生变化。见图1-1。

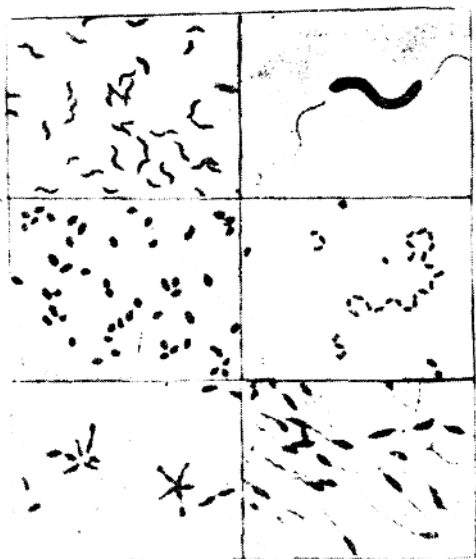


图 1-1 各种光合细菌的不同形态显微照片

- | | |
|------------|------------|
| 1. 黄褐红螺菌 | 2. 度光红螺菌 |
| 3. 球形红假单胞菌 | 4. 荚膜红假单胞菌 |
| 5. 沼泽红假胞菌 | 6. 万尼氏红微菌 |

所有的光合细菌都含有菌绿素和类胡萝卜素。由于含有的菌绿素和类胡萝卜素的种类及数量不同,菌体呈现出不同的颜色特征,其中包括棕色、红棕色、紫红色、紫色,少数为绿色或橙棕色。

根据光合细菌的生理特性,大致可以分为四类,包括红螺菌科、着色菌科、绿硫菌科和绿色丝状菌科。见表 1-2。

表 1-2 光合细菌的分类特征

科	菌体形态	菌液颜色	利用碳源	代谢 H_2S	固氮能力	对 O_2 需求
红螺菌科	球形, 短、长杆状、螺旋形	橙-棕-棕红 或粉-红-紫 红	简单有机物	无	有	微好氧, 厌 氧光照, 好 氧光照, 黑 暗好氧, 严 格厌氧, 或 黑暗好氧
着色菌科	球形, 卵形, 杆状、螺旋状	橙棕色-棕 红色-紫 红色-紫 红色	CO_2	有	有	
绿硫菌科	球形、卵形或杆状	绿或棕色	CO_2	有	有	严格厌氧
绿色丝状菌科	丝状体	绿色或橙 黄色	有机物 CO_2	有		好氧

从光合细菌各科特性来看, 由于细螺菌科在厌氧光照、好氧光照或好氧黑暗条件下都能利用有机酸、氨基酸及糖类等小分子有机物迅速增殖, 所以这类菌在污水净化过程中作用是显著的; 另外, 硫化物也是环境的主要污染物, 在各种水域环境中硫化氢使水质变黑发臭, 因此对工业废水的处理有时也选择那些能利用 H_2S 的菌种。

光合细菌在自然界的分布也不是以单一种存在的, 而是以各种不同种群共同存在的。许多不同种类的细菌共同作用于环境, 在环境的物质循环过程中协同作用, 因此我们在利用光合细菌净化污水时, 也要根据光合细菌的不同生理特性, 选择不同种类

光合细菌,组成混合菌群。由于各类光合细菌对营养物需求不同,对光照及氧的需求不同,可以互为补充,协同作用,致使净化效果大大提高。

(三)光合细菌的营养价值

光合细菌是单细胞生物。它也和其它细胞一样,包括细胞核、细胞质和细胞膜。光合细菌的组成成分也与其它生物细胞基本相同,都是由碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)和各种矿物元素如 Na、Mg、Ca 等组成;菌体细胞中大约 80% 是水分,只有 20% 为干物质;干物质主要由蛋白质、碳水化合物、脂类、矿物质盐类组成。光合细菌是一种优质单细胞蛋白,其菌体粗蛋白含量高达 50% 以上,每克干菌体相当于 5×4.18 千焦热量。光合细菌的蛋白质含量高于小球藻和酵母菌,见表 1-3。光合菌的菌体蛋白易于收集分离,且收率较高。

表 1-3 光合细菌的营养价值比较 (干物质的%)

品种	粗蛋白	脂类	灰分	粗纤维	热量(WK/g)
光合细菌	57.95	7.91	4.40	2.92	5.2
小球藻	53.76	6.31	19.28	10.33	1.52
酵母	54	10	7	—	—
大米	7.48	0.94	0.72	0.35	—
大豆	38.09	19.33	5.68	7.11	—

表 1-4 列出了光合细菌菌体蛋白中必须氨基

酸的含量。由此表可以看出光合细菌所含氨基酸很接近于动物蛋白质,含有人和动物所必须的氨基酸,只是硫氨酸和赖氨酸含量稍低一些。

表 1-4 光合细菌菌体蛋白中氨基酸含量比较(g/16gN)

氨基酸	光合菌	蛋	牛奶	用光合菌培养的轮虫
赖氨酸	4.3~5.1	6.3	6.7	6.4
组氨酸	1.8	2.2	2.0	1.8
精氨酸	4.5~5.5	4.8	2.1	4.8
天冬氨酸	9.7~11.1	9.1	8.0	9.4
苏氨酸	6.6~7.4	5.1	4.5	5.9
丝氨酸	5.2~5.5	8.9	6.4	6.1
谷氨酸	10.7~12.8	11.4	19.4	11.5
脯氨酸	5.2~5.5	4.6	10.5	6.3
甘氨酸	9.0~10.1	5.7	3.0	8.8
丙氨酸	11.0~13.1	8.3	5.0	10.6
胱氨酸	—	1.5	0.4	1.5
缬氨酸	6.2~6.8	7.4	7.2	6.1
蛋氨酸	0.8~2.8	3.0	2.1	1.9
异亮氨酸	3.7~4.7	5.3	5.1	4.6
亮氨酸	8.5~8.8	8.5	9.2	7.9
酪氨酸	2.4~2.9	2.8	3.9	2.9
苯丙氨酸	3.9~4.5	4.1	3.5	3.6
色氨酸	—	1.0	0.9	—

光合细菌菌体不仅蛋白质含量多,菌体还含有脂肪酸,脂肪酸含量一般占菌体干重的 2%~8%。

脂类作为必须脂肪酸的来源及能量,是各种动物,尤其是鱼类很重要的营养源。

光合细菌菌体富含各种 B 族维生素,见表 1-5。这些 B 族维生素是各种酶的活性组成成分,其中叶酸、生物素、维生素 B₁₂ 的含量都高于其它细菌和酵母菌,这是光合细菌促进动物生长的重要因素之一。

表 1-5 光合细菌 B 族维生素含量比较 (mg/g)

B 族维生素	光合细菌	其它细菌	酵母菌
硫胺素 B ₁	12	11~13	2~20
核黄素 B ₂	50	110~130	30~60
吡哆素 B ₆	5	4.8~7.6	40~50
尼克酸(烟酸)	125	165~200	200~500
泛酸	30	14~23	30~200
叶酸	60	1.8~2.4	—
生物素	65	0.1~1.6	—
钴胺素 B ₁₂	21	0.11~0.17	—

此外,光合细菌还含有大量的类胡萝卜素、辅酶 Q 等抗病毒物质和促生长因子。因此,光合细菌的营养价值就不仅仅是提供能量来源,而且能增强动物的抗病能力,促进动物生长,预防各种病害。