



鞍山市科技资助
JIANSHANSHI KEXIE ZIZHU

微生物 酵素及其应用

刘福堃 付伟 刘洋 邵美妮 王馨宇 编著



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

本书由鞍山市科学技术协会资助出版

微生物酵素及其应用

刘福堃 付伟 刘洋 邵美妮 王馨宇 编著

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目(CIP)数据

微生物酵素及其应用 / 刘福堃等编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5381-8444-0

I. ①微… II. ①刘… III. ① IV. ①微生物—发酵—研究 IV. ①TQ920.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第001421号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 145mm × 210mm

印 张: 8

字 数: 250千字

印 数: 1~3000

出版时间: 2014年1月第1版

印刷时间: 2014年1月第1次印刷

责任编辑: 李伟民

特邀编辑: 王奉安

封面设计: 嵘 嵘

责任校对: 栗 勇

书 号: ISBN 978-7-5381-8444-0

定 价: 26.00元

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

序 言

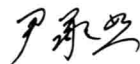
从微生物学观点上看，人类生活在微生物的海洋里。相对动植物来说，人们对其了解是很肤浅的，对微生物这个宝藏的开发利用也是表层的，对于天文数字的菌株组合配置，从理论到研究手段都非常不足，是欠缺的，当前只处于起步阶段。微生物的生理机制互补共存，在农牧业生产中，在人们生活环境中，乃至自然界循环中，有关微生物的作用，人们的认识和利用都有待于深化。

研究开发微生物这个天然宝库，不仅能为农牧业及环境保护提供各种各样的有用物质，而且能对人民生活健康产生深刻的意义与影响。由于世界上任何生物都不可能单独存在，它们之间的相互作用才使大自然代谢循环，使世界欣欣向荣，使生物界生生不息。

推广酵素酶工程技术是发展农牧业、环境保护业的重要手段之一。与传统农牧业有所不同，当前以推广酵素酶为催化基础的农牧业过程具有高效率、低能耗、环境友好和可再生的特性。

微生物酵素酶工程技术不但可以在一定程度上解决资源和能源的可持续发展问题，也为农牧业生物技术产业化提供了支撑，为我们日常生活提供更多的服务空间。我国的酵素酶工程技术虽然已经取得了进步，但是在很多方面与国际先进水平还有很大的差距。但是，只要我们不断努力，相信将来会不断缩小这个差距。希望本书的出版，对我国酵素酶工程技术的研究开发及产业化应用能够起到积极的推动作用。

辽宁省科学技术协会原党组书记、副主席



2013年11月

前 言

随着社会经济高速度的发展,我国农牧业现代化进程正处于资源消耗高峰期,同时也带来资源匮乏等问题。能源短缺、环境污染已成为经济可持续发展的严重障碍。以微生物酵素酶生物催化为重点的农牧业微生物技术具有反应条件温和、无环境污染、可再生资源的利用效率高等特点,可以在很大程度上解决部分资源和能源的可持续发展问题。

近年来,农牧业生物技术在微生物酶的应用上已呈现上升的势头,生物催化包括微生物酶的利用、酶的生物转化(包括淀粉、纤维素等转化为糖)、维生素、有机酸、化合物以及废弃物的降解等。将酵素酶生物技术有效地应用于农牧业和环境保护,酶的动力学特性和稳定性是农牧业环保业的必要条件,因此,为酵素酶在绿色农牧业的应用提供了广泛的前景。

本书的编写是以微生物酵素在农业种植、畜牧渔业养殖,在人们生活、生产环境净化中的应用,在健康业的应用为重点。编著者从1970年开始从事研究开发、生产微生物酵素菌,在种植、养殖、环境保护、人体健康应用等方面的技术。在1975—2009年编写2本有关微生物酵素开发与应用的书籍,并发表多篇论文。

这些论著对现时也有参考作用与推广意义,故重新整理几经修改与补充编入本书中。同时本人会同台湾有关酵素研发生产好友共同合作,在有关酵素饮品等方面,把对今后开发与应用有指导性参考部分整理编入书中。为了更加全面反应酵素应用技术,编著者将从国内外收集的资料和有关从事研发人员的经验整理后编入本书。

在编写过程中,辽宁省老科技工作者协会尹承恕、沈阳农业大学老科技工作者协会鞠恩功、鞍山市科协李平以及辽宁科学技术出

版社给予了大力支持，在此一并表示感谢！由于水平所限，科学技术发展迅速，编写过程中会有不完善甚至错误之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

2013年10月

目 录

一、 酵素技术的发展现状及应用研究	001
(一) 微生物酵素	001
(二) 微生物酵素的推广意义及领域	001
二、 微生物酵素绿色饲料的开发使命	006
(一) 开发微生物酵素绿色饲料的重要性	006
(二) 传统饲料产业的弊病	007
(三) 生态绿色饲料	007
三、 微生物绿色饲料的生产技术	008
(一) 光合细菌的应用	008
(二) 复合酵素在厨余废弃物及食品加工下脚料的综合利用	014
(三) 微生物复合酵素在畜牧业领域的开发与利用	015
四、 复合酵素在畜牧业中的应用方法及效果	019
(一) 复合酵素在饲料上的用法和效果	019
(二) 复合酵素作为鸡饲料添加剂的应用效果	033
(三) 复合酵素在奶牛、肉牛饲养中的应用效果	040
(四) 应用酵素发酵合成鹅饲料, 实现产业化生态养殖	049
(五) 复合酵素在水产养殖业中的应用效果	054
(六) 复合酵素在秸秆微贮中的应用	071
五、 微生物酵素床实用技术	075
(一) 微生态发酵床养猪	075
(二) 酵素在养殖业低碳经济发展的途径和方法	079
六、 酵素“畜禽营养液”的广泛应用	084
七、 酵素在饲料原料上的加工技术	087
(一) 酵素剂参与制粒活菌存活的环境	087
(二) 酵素菌体蛋白饲料固体发酵条件	088

(三) 酵素发酵豆粕	091
(四) 酵素发酵棉粕、菜粕	094
(五) 酵素发酵生产菌体蛋白质饲料	097
(六) 酵素在果渣的开发利用	104
(七) 酵素在畜禽屠宰后的血液开发利用	107
(八) 酵素在豆腐渣生产饲料的应用	112
(九) 酵素开发蛋白质草粉饲料	117
(十) 酵素发酵甜菜渣生产蛋白饲料	123
八、酵素环保技术	126
(一) 复合酵素液处理污水	126
(二) 复合酵素处理垃圾的方法与效果	127
(三) 家庭环保酵素的制作与应用	129
(四) 异味清除剂	130
九、复合酵素原液和复合酵素粉在种植业的应用	131
(一) 技术原理和作用	131
(二) 一般使用方法	133
(三) 酵素菌农作物秸秆堆肥制作技术	136
(四) 酵素液在玉米栽培中的应用	138
(五) 植物增长液	140
十、酵素浴技术	143
(一) 酵素浴简介及功效	143
(二) 国产酵素浴的介绍	147
(三) 酵素药浴的排毒健身	159
十一、酵素饮品	166
(一) 酵素简介	166
(二) 酵素产品	172
(三) 酵素辅助食品	204
(四) 自制酵素	209
(五) 酵素产品的应用	215
(六) 酵素专题解释	223

一、酵素技术的发展现状及应用研究

（一）微生物酵素

1. 什么是微生物酵素

酵素，又称酶（enzyme），是由活细胞产生的，存在于所有生物（动植物及微生物）细胞内，是在机体内行使催化功能的生物催化剂，其化学本质主要是蛋白质，少数是核糖核酸，酶具有一般化学催化剂的共性，也具有生物催化剂的特性。

微生物酵素就是含有多种活性益生菌的生物酶。具体说，微生物指的就是益生菌，而酵素是益生菌繁殖过程中产生的物质，所以说微生物酵素就是益生菌加酵素。酵素，又叫酶（enzyme），是动植物生长生存的催化剂，是由多种氨基酸构成的具有生理活性的蛋白质，它能在常温常压下使有活性生物体发生化学反应或很难发生的生化反应加速进行。包括动植物的新陈代谢、能量摄取、成长和繁殖等生命现象，都必须通过酵素的帮助才能完成，它是一种生命活动中不可或缺的媒介物质。

2. 微生物酵素特点

微生物酵素开发生产虽然较为严格，但生产周期短，成本低，原料就地取材，微生物酵素作用明显，效果突出，应用范围广。通过大面积、多领域的推广应用证明，酵素菌技术成熟、先进可靠，是一项符合我国国情的应用型高新技术。从产品质量上看，微生物酵素安全、清洁、无公害、无污染、无药残，是开发绿色、有机、生态食品的主要环节，也可说是重要途径。

（二）微生物酵素的推广意义及领域

1. 微生物酵素推广意义

我国种植业由于多少年来使用化肥和农药，导致土壤板结、地力下降，病虫害猖獗；养殖业饲料转化率低、疫病严重，肉料比

低，尤为严重的是，化肥和药物残留影响着人们的健康，影响着农畜产品出口。酵素菌技术的开发利用为解决这些问题带来了希望。酵素菌是能产生几十种酶，有着极强的好气性发酵分解能力，既能催化分解各种作物秸秆，又能分解化肥、农药的化学成分，还能分解页岩、沸石等矿物质，产生大量被动植物吸收的营养元素。酵素菌技术应用在种植业上可达到提高产量、改善质量、减少病害，逐步消除化肥农药污染，达到高产、优质、无公害的目的。应用在养殖业上可提高畜禽消化吸收能力，增强抗病力，提高产蛋、产肉率，改善肉蛋奶鱼质量，可稳定提高农产品产量。

实践证明，应用酵素菌生物肥是推动秸秆快速腐熟，加快秸秆还田，发展优质高效农业，生产绿色食品和可持续发展农业的关键措施。推广应用酵素菌技术，将有效改善土壤结构，酵素菌肥既含有作物生长所需的氮、磷、钾，又含有钙、镁、硫等元素，还含有多种微量元素及促进生长的未知因子，可提高化肥利用率，又可分解农药中的有害成分，改变土壤理化性状，从而土壤得到改良、培肥了地力，突出的效果是施用地块植物根系发达，可防风防倒伏，在大棚生产上可提高 CO_2 含量，增强光合作用，提高地温 $2\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，作物可提早成熟 $5\sim 7\text{ d}$ 。同时酵素菌在土壤中可形成有益微生物群体优势，抑制有害微生物繁殖，可明显减少作物病虫害及因有害微生物破坏导致作物的重茬病。酵素菌技术被誉为农业第二次技术革命，比应用化肥的第一次革命优势在于改良土壤、培肥地力，实现农业可持续发展，生产优质、高产、高效的绿色食品。

2. 国内外发展应用现状

(1) 国外

多年来，化学肥料的施用对农业增产增收起到了关键作用，然而，由于长期施用化学肥料，有机肥不足，各类养分比例失调，致使农田生态环境、土壤理化性状和土壤微生物区系受到了不同程度的破坏，而且还影响了农产品的质量。特别是化学肥料污染，已成为当今世界一大公害。为保护生态环境和农田土壤，1972年国际上成立了国际有机农业运动联盟，以促进生态系统中生物循环，达到

保持和增强土壤长期肥力及其生物活性的目的。目前全球范围内,对有机农业在保护环境和资源,消除常规农业的负面影响,促进农业可持续发展方面取得了一致的认识。

美国、欧盟、日本、澳大利亚等发达国家都开始对化学农药及化肥的使用进行更加严格的管理,以促进有机农业的发展。据了解,目前美国已有8%的农场成为不用化肥和农药的有机农场。瑞典、芬兰和瑞士已有10%的耕地获得了有机农业证书。不少政府对本国的生态农业和生态食品的发展实行了补贴政策。

(2) 国内

我国在农业和食品行业取得了巨大成就的同时,也付出了惨重的代价。全国2/3以上的山区和农林、农牧区生态环境脆弱,普遍存在严重的生态破坏,水土流失面积占国土面积的38%,生物多样性丧失,农业灾害趋于频繁。20世纪90年代受灾面积已相当于50年代的273%。为改变这种状况,我国政府倡导并加快了实施生态农业计划,按生态学原理建立和发展农业体系,形成生态上和经济上的良性循环,从而实现农业的可持续发展。我国从50年代开始进行微生物肥料的研究和应用,近10 a来,受到国家和有关部门的重视,得到快速的发展,国务院关于开发绿色食品的文件中指出:开发绿色食品(无污染食品)对于保护生态环境,提高农产品质量,促进食品工业发展,增进人体健康,增加农产品出口创汇都具有现实意义和深远影响。并指出,农产品质量提高和产量的增加,主要依靠包括生物肥料在内的高新技术的支持,特别是生物肥料的推广应用,农业部于1990年召开了绿色食品工作会议,以推动无公害健康食品的开发生产。

国家科委将微生物肥料的应用列入国家成果重点推广计划,进一步推动了我国微生物肥料生产的发展。我国专门设立了“非豆科作物固氮研究”总理基金项目。国家计委、经贸委在《当前国家重点鼓励的产业、产品和技术目录》中,将生物肥料作为农业高新技术产品予以大力扶持。专家们将生物肥料作为促进生态农业发展的重要技术之一,向全国各地推广。北京市政府已下文从2000年5月1

日起,用2 a的时间建成“北京食用农产品安全生产体系”,并颁布了“北京市食用农产品安全生产暂行标准”,分别对农产品生产的环境质量、农产品生产投入品及食用农产品建立了严格质量标准,禁用了一大批化学农药,对化肥的投入量也进行了严格限制。

全国各省市也随之而动,纷纷制定了自己的标准并启动无公害蔬菜工程,从而大大加快了我国生态农业的进程。可以预料:随着生态农牧业、有机农牧业的实施,对绿色食品的强烈呼声和巨大市场以及国家对生物肥的重点扶持,必将为生物肥料这一高新技术产品提供广阔的应用前景。

3. 微生物酵素推广的领域

微生物酵素应用领域越来越广阔,20世纪酵素在农牧业上应用较为普遍,现阶段微生物酵素在环保与人体保健、饮品上应用更加广泛。

(1) 微生物酵素技术在环境净化上的应用

随着人类社会的经济繁荣,生产的发展,生活水平的提高,创造了前所未有的文明社会,同时也带来了许多生态环境问题,人类开发利用自然资源的能力和范围不断加大,自然资源的大量消耗,环境日益受到来自生产、生活,废弃物的污染。全球环境状况目前正在急剧恶化,水源污染,土壤有毒化学品的污染,天空酸雨时时出现,更有物种灭绝,森林减少等,人类的生存和发展面临着严峻的挑战,因此,环境保护问题越来越被人们所重视,在此形式下提出了环境净化,微生物技术的新任务。

现代环境微生物技术,是一门将现代微生物应用于环境污染防治的新兴的边缘学科。主要由微生物技术、工程学、环境学和生态学等组成,不仅具有较强的理论基础,而且具有明显的技术应用特点。环境微生物技术可分为高、中、低3个层次,其中酵素技术可归于环境微生物技术中的高层次和中层次。

在科学技术高速发展的今天,环境净化,特别是工业废水和生活污水的净化具有十分重要的意义。在众多的废水净化方法中,微生物酵素净化是最为经济有效的,废水的微生物学处理法,无论是

好气还是厌氧处理都是指微生物利用废水中的营养源,通过体内酵素的作用将废水中的有机物质分解转化,三级沉淀分流降解分离,以达到净化的目的。由于微生物几乎能够分解自然界中的所有的有机物,近年来,微生物酵素在环境净化及环境工程方面的应用日益受到重视,其应用范围也在不断地扩大。

其实,酵素制剂在环境治理中的作用早已引起人们的关注,采用酵素制剂进行废水处理,也已经有相当长的历史,而且发展很快,例如,脂肪酵素、蛋白酵素和纤维酵素等混合处理生活污水,固定化淀粉酵素处理造纸厂废水,固定化酚氧化酵素处理含酚废水等技术已经走向成熟。

总之,利用微生物酵素制剂,治理环境污染比其他方法的效果好、速度快。相信随着成本的降低,高活力的酵素制剂大量出现和生产,以及酵素固定化的技术、酵素反应器等研究的不断成熟,酵素制剂在环境保护方面的应用将具有巨大的潜力,渴望在工业生产中得到迅速推广。

(2) 微生物酵素技术在酵素浴上的应用

酵素浴是一种独特的酵素养生温浴,能促进生物体内的有机反应,起到分解、合成、吸收、排泄、发热等功能,是身体不可缺少的物质。添加混合在天然柔软的松柏木屑中,与其发酵产生热能,温度高达60~70℃。将身体埋入木屑中利用热能提供温浴,同时,产生大量含有负氧离子的气体,使酵素浴起到内驱外吸的作用,调解代谢产物的释放和排泄,促进人的新陈代谢、血液循环的作用。由于酵素浴发酵产生的酶和有机酸,是对人的身体皮肤杀菌、解毒、消炎过程,又是代谢、排毒、养颜、护肤、健身的过程。酵素中的脂肪分解酶、溶菌酶等能有效的清洁皮肤,消退炎症,防止毛孔阻塞,若直接配合酵素外用能起到美容、祛皱作用。酵素内的胶原酶、透明质酸酶能启动胶原弹性纤维的活性,抗氧化酶能抑制自由基对皮肤的伤害,增强皮肤的抵抗力,所以酵素是绿色、安全、卫生的。经过长期应用、对比、鉴别,已达到或超过进口酵素剂的水平,而且能清除异味,该产品符合各种、各阶段发酵工程所需要的

微生物热能标准。

酵素俗称“酶”，是维持身体正常功能、促进新陈代谢、进行组织修复等所必需的生命元素。酵素与人体健康息息相关，所有的身体活动几乎都需要酵素参与，是细胞的代谢、新生、分解、消化等必不可少的重要介质，所以酵素又被称为“生命之源”。

（3）微生物酵素饮品

酵素在化学医学上称为酶，酵素是由一种氨基酸组成的，具有特殊生物活性的物质，它存在于所有活的动植物体内，是维持机体正常功能，消化食物，修复细胞组织等生命活动的一种必须物质。所有的生命活动都是以酵素为中心的活动结果。酵素的催化作用推动着基体的生化反应，如果没有酵素生命将停止。

酵素是目前市场上的热门商品之一，最近佳联集团将植物酵素与微生物酵素组合二次发酵，精制生产出“高活性复合酵素”。

二、微生物酵素绿色饲料的开发使命

（一）开发微生物酵素绿色饲料的重要性

发展微生物技术是当前饲料工业与养殖业的重要任务，它能促进饲料工业向绿色型、安全型、环保型发展，从而提高畜产品的营养和安全系数，提高畜牧产品在国内、国际两大市场中的竞争力。中国农业部在全国范围内推进“无公害食品运动计划”，从农业发展战略上提出了“绿色农业”作为农业发展的重要方向和发展目标。这与解决农民致富，农民增收，农村发展，建设社会主义新农村、构建和谐社会，有着紧密的联系。在微生物绿色饲料开发创新中，要以绿色、安全、环保为导向，开发出新的微生物无公害饲料，以保障饲料工业及养殖业的可持续发展。

随着经济的迅速发展，人们生活水平的提高及对健康的重视，消费者对畜产品质量的要求越来越高，对畜产品的生产过程也提出了更高的要求。绿色农业、安全饲料、无公害食品、有机农业、有

机食品被提到议事日程。饲料是牲畜食物链中的一环，饲料是否是绿色的、有机的、无公害的直接影响到人们的健康和下一代的成长。现在世界上各国的人们对健康和饮食的重视程度越来越高，因此，对饲料质量的要求自然也是越来越高。人们总是希望所有的食品都是营养全面、充分，质量稳定，没有任何污染。“安全、无公害”是公认的发展趋势，在发达国家，有机食品正在成为一种规则和时尚。

（二）传统饲料产业的弊病

当前，我国的饲料业发展很快，但传统的饲料生产，无论是原料还是生产过程都存在着技术含量低、重量不重质、产品含激素等有害成分多、达不到绿色产品的标准等问题，解决的途径是转变生产的增长方式，关键在于技术创新。要以市场为导向，以企业为载体，以科技为支撑，加强科技合作，加大引进消化、再开发的力度。发挥科技第一生产力的作用，着重吸收、再开发先进技术，着力发展安全、绿色、环保的生态饲料，要把发展绿色饲料作为科技创新的主攻方向，经营思想要由数量型向质量型、安全型转变。

饲料产业的另一个问题是对环境的污染。由于追求畜牧业的高速发展，忽视了对生态环境的保护，并且这种情况日益严重，已成为制约畜牧业可持续发展的一个瓶颈。人们从事绿色饲料生产时更不能再污染环境。因此，加强养殖业的环境保护，从根本上治理畜牧业的污染是绿色农业的另一项重大课题。国家的许多地区在生态饲料的科研和生产方面的任务还是相当艰巨的。中国由于饲料工业起步较晚，生产粗放，环境污染情况严重，生态建设欠账甚多，形势不容乐观。只有加快发展生物绿色饲料，才是解决这些问题的有效途径。

（三）生态绿色饲料

1. 什么是生态绿色饲料

所谓生态绿色饲料，就是由对人体有益无害的微生物、天然

物、中草药等组成的无污染、无副作用、有利于环保的饲料。围绕减轻畜禽粪便对环境的污染问题，从饲料原料的采购、配方设计、加工储运、饲喂等方面进行严格的质量监控和实施动物营养调控，以控制可能发生的公害和环境污染。在原料粮的配置中，尽可能降低蛋白质和磷的用量以缓解环境恶化的问题。同时，添加平衡的氨基酸、酶制剂和微生物制剂“益生菌”酵素；纯天然物、中草药、生物原料、活性物质等活菌制剂；采用消化率高、营养平衡、排泄物少的饲料配方等全方位的综合措施。

2. 几种常见的生态绿色饲料

(1) 原料型生态绿色饲料

这种饲料的特点是消化率高、营养变异小、有害成分低、安全性高，如青饲料，秸秆饲料、绿肥饲料等。这种饲料并不能单方面起到净化生态环境的作用，需要与一定量的酶制剂、微生态制剂配制和采取科学的饲料配方技术才能成为生态饲料。

(2) 微生态绿色型饲料

在饲料中添加一定量的酵素“益生菌”酶制剂，调整养殖动物的胃肠微生物群落，促进有益菌落的生长繁殖，从而提高饲料的消化率。

(3) 综合型生态绿色饲料

这种饲料的配置，综合考虑了影响环境污染的各种因素，可以较全面地控制各种生态环境污染，如在饲料中添加一定量的植酸酶、聚糖酶、蛋白酶等酶制剂，能有效控制氮、磷对环境的污染。

三、微生物绿色饲料的生产技术

(一) 光合细菌的应用

1. 光合细菌的种类和特点

光合细菌是一种有益微生物、有光能合成体系的原核微生物，具有独特的光合作用。经光合作用，把 CO_2 固定转化为自体的碳素化

合物，而进行生长繁殖。光合细菌能很好地利用低级的脂肪酸、氨基酸、糖类，在厌氧而明亮或好氧而黑暗的条件下都能生长、繁殖。光合细菌是功能多样、种类繁多的微生物，生长环境复杂，结构多样，是开发“生态农牧业”的主要微生物资源，可称为微生物生态环境保护的主力军。

我们研制生产的光合细菌以红螺细菌为主，利用微生物光合菌，在生长繁殖过程中能吸收、分解有毒有害物质，分解对人类有污染的氨、氮等。菌体生长繁殖，能分解有机污染物，改善有机物的分解途径，减少硫化氢释放量和胺类物质的产生，有除臭、防蝇、脱氨、防病、改善饲料口味、促进消化吸收、刺激生长发育的作用。同时光合细菌在繁殖中产生的菌体蛋白（含维生素B₁₂、叶酸、生物素、辅酶A、菌体代谢物及促生长的未知因子等高营养物质），可以提高饲料的营养价值。从光合细菌饲料饲喂的效果上看，鱼吃了这种饲料，食量增加，生长速度快，并改善体色；鸡吃了这种饲料，鸡蛋皮增厚、色泽明显趋红，蛋黄颜色加深，蛋重增加；畜禽食之，成活率提高5%~7%，肉鸡增重8%~15%。同时有控制致病菌（大肠杆菌）侵入的作用。在水产养殖上，水域的污染能够净化，降解后不用换水，节约用水，起到净化水质、净化空气、净化环境的作用。在种植业上，能促进稻谷根系发育，防治真菌引起的病害；在促进农作物生长上，光合细菌有固氮功能，与其他固氮类菌共生存时可以大大提高土壤肥力。光合细菌可做有机肥的菌种，可做叶面肥，可使农作物增产，改善土壤盐化、板结，并能利用硫化物、铵态氮和小分子等有机物进行光合作用，将有害的污染物变为营养物质被植物吸收，合成新的有机物。

2. 光合细菌的培养

(1) 光合细菌的种类、形态、特点

光合细菌是地球上最早出现的具有原始光能合成体系的原核生物。分布广，在土壤、沼泽、淡水、河、海水等环境中生存，甚至在高达90℃的温泉中、含盐30%的水体中也能找到它们的踪迹。生理类群多种多样，是细菌中最为复杂的菌群之一，用途极其广泛，