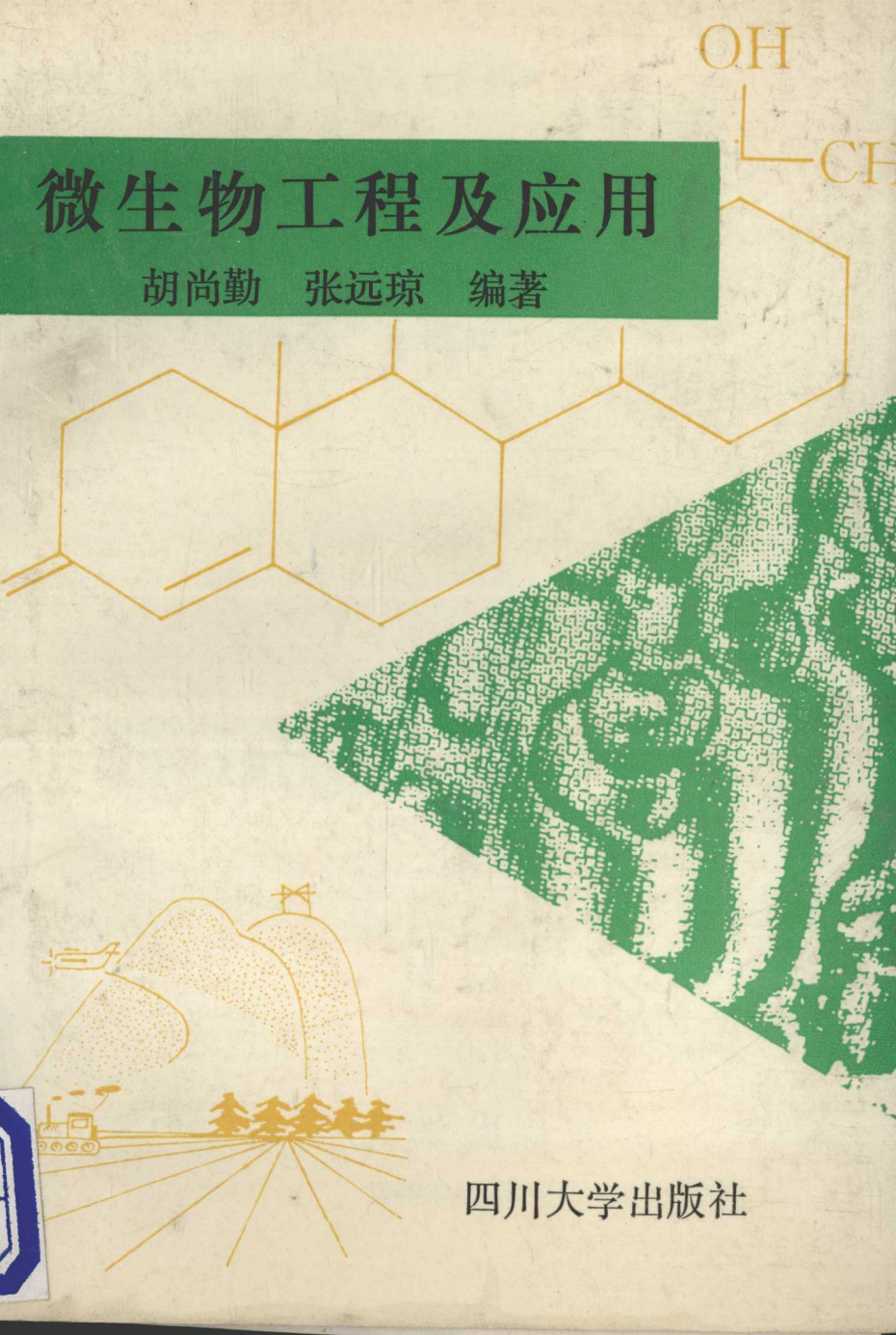


微生物工程及应用

胡尚勤 张远琼 编著

四川大学出版社



微 生 物 工 程 及 应 用

胡尚勤 张远琼 编著

四川 大学 出版 社

1995年 • 成都

(川)新登字014号

责任编辑:王敦平

封面设计:唐利民

技术设计:王敦平

微生物工程及应用

胡尚勤 张远琼 编

四川大学出版社出版发行 (成都市望江路29号)

四川省新华书店经销 七一四四印刷厂印刷

787×1092mm 32开本 9.5625印张 200千字

1995年9月第1版 1995年9月第1次印刷

印数:0001—1000册

ISBN7-5614-0579-0/R·11

定价:8.10元

内 容 提 要

本书系统地介绍了微生物饲料、微生物肥料、微生物农药、微生物与农产加工废物的综合利用、沼气发酵、微生物与生态农业、以及发酵饮料和微生物生理活性物质等基础理论知识。并着重阐述生产工艺流程、方法以及菌种等。该书可供农林大专院校及师范院校生物系师生作教材，也可供从事微生物发酵、生物防治等研究和生产部门科技工作者的指南。

前 言

随着世界新技术革命浪潮的出现,生物科学,特别是生物工程越来越被人们重视,成为当今世界各国重点发展学科。生物工程是微生物工程吸收了新发展起来的基因工程、细胞融合、固相菌等新技术发展起来的现代工程学,而《微生物工程及应用》是从应用的角度研究微生物在农业、牧业、以及环境保护等诸方面的有益作用,它是一门学科跨度大、涉及面广的综合性学科。本书积作者多年从事该领域的研究成果,力求理论联系实际,突出一个用字,尽可能反映国内外在该领域的发展动态。全书共分十章较系统地论述了微生物饲料、微生物肥料、微生物农药、沼气发酵、微生物与生态农业的关系、以及农产蔬菜发酵、农产发酵饮料、生理活性物质等基本理论。并着重介绍了菌肥、微生物杀虫剂、微生物饲料沼气发酵、发酵饮料与蔬菜发制品等工艺流程、原料来源、配比、工业发酵生产和简易生产和使用方法等。这对促进农、牧业以及经济、社会、生态协调发展这一当今国际国内普遍关注的重大问题,起着积极的推动作用。对于实现经济增长、环境改善、资源再生有着重大意义。

该书内容丰富、实用性强,可供农、林大专院校及师范院校生物系师生作教材,也可供从事微生物发酵、生物防治等研究和生产部门科技工作者的指南。

本书经重庆师范学院生物系周开孝教授审定,书中插图由唐安科同志描绘,在此一并致谢。

书中不足或错漏之处,恳切希望指正。

编著者

1994. 12

目 录

前 言	(1)
第一章 绪 论	(1)
第一节 微生物工程及其应用研究对象与任务	(1)
第二节 微生物在农牧业中的有益作用	(2)
第三节 微生物工程及其应用的发展前景	(4)
第二章 微生物饲料	(8)
第一节 青贮饲料	(8)
第二节 发酵饲料	(19)
第三节 菌体蛋白饲料	(33)
第四节 抗菌素饲料和维生素饲料	(48)
第三章 微生物肥料	(53)
第一节 根瘤菌剂肥料	(53)
第二节 自生固氮菌肥料	(63)
第三节 磷细菌肥料和钾细菌肥料	(69)
第四节 抗生菌肥料	(76)
第五节 复合菌肥	(84)
第六节 增产菌	(90)
第四章 微生物农药	(95)
第一节 微生物杀虫剂	(96)
第二节 混合杀虫剂	(119)

第三节	农用抗菌素·····	(127)
第四节	微生物除草剂与微生物激素·····	(142)
第五章	沼气发酵·····	(148)
第一节	沼气发酵微生物及其机制·····	(148)
第二节	沼气发酵的工艺技术·····	(156)
第三节	沼气的综合利用·····	(163)
第六章	微生物与农产加工废弃物的综合利用·····	(169)
第一节	农产加工废液的综合利用·····	(169)
第二节	农产纤维素废弃物的综合利用·····	(181)
第七章	微生物与生态农业·····	(193)
第一节	生态农业及其特征·····	(193)
第二节	微生物在生态农业中的地位与作用·····	(196)
第三节	沼气为纽带的生态农业模式·····	(199)
第四节	微生物与生态农业系统·····	(200)
第八章	农产蔬菜类发酵制品·····	(209)
第一节	微生物的发酵作用·····	(209)
第二节	发酵产品的酸化过程·····	(211)
第三节	蔬菜类发酵制品的生产·····	(212)
第九章	农产发酵饮料·····	(237)
第一节	农产乳酸发酵饮料·····	(237)
第二节	农产卵乳酸发酵饮料·····	(250)
第三节	农产双歧杆菌发酵饮料·····	(254)
第四节	农产醋酸菌发酵饮料·····	(255)
第五节	农产果蔬汁发酵饮料与食用菌饮料·····	(259)
第十章	生理活性物质发酵生产·····	(264)
第一节	食用菌中的生理活性物质·····	(264)

第二节	甾体激素.....	(273)
第三节	酶抑制剂.....	(287)
第四节	其他生理活性物质.....	(294)

第一章 绪 论

第一节 微生物工程及其应用 研究对象与任务

目前,世界上出现了新技术革命的热潮,各先进工业国的目光都不同程度的集中到信息技术、新型材料、新的能源、海洋资源开发和生物工程等新技术的开发和应用上来。

在我国,生物科学已越来越被人们所重视,生物工程学显然已作为重点发展的学科,为今后国民经济的发展贡献力量。生物工程是微生物工程吸收了新发展起来的基因工程,细胞融合,固相菌等新技术发展起来的现代工程学。所以生物工程是多科性协同作用的学科。微生物工程及其应用的领域很广阔,按其产品和用途,可将生物工程分为:单细胞蛋白、抗生素、氨基酸、酿酒、沼气、微生物农药、微生物肥料、环保及食用菌等。

我国在抗生素、微生物农药、微生物肥料以及食用菌等方面的研究和生产已有相当的基础,特别是抗生素的产量,在全世界名列前茅。

在农业方面,我国广泛应用微生物制造菌肥和植物生长激素等;还利用微生物灭虫这一自然现象同害虫作斗争,例如

应用杀螟杆菌等消灭害虫,开辟了以菌造肥、以菌催长、以菌防病、以菌治病等农业增产新途径,为国家创造物质财富。

微生物与农牧业的关系十分密切,涉及到土壤肥料、作物营养、植物保护、畜牧兽医、动力能源、环境保护、农产品加工及综合利用等许多方面。其中有有益的,亦有有害的。而绝大多数微生物对人类和动植物是有益的,而且是必须的。微生物工程及其应用则主要侧重于研究与农牧业有关的有益微生物的利用,并力求突出一个用字,因此,微生物工程及其应用是一门实践性(或实用性)、技术性、工艺性很强的学科。

自然界中,许多种物质循环要靠微生物的作用来进行。例如土壤中的微生物能将动植物蛋白质转化成无机含氮化合物,以供植物生长发育的需要,而植物又为人类和动物所利用。此外,空气中的大量氮气,也只有依靠固氮菌等作用后才能被植物利用。可见,没有微生物植物就不能新陈代谢,人和动物也将无法生存。

第二节 微生物在农牧业中的有益作用

微生物在农牧业中的有益作用表现在可以扩大肥源、能源、饲料来源等方面。

沼气是一种较好的微生物能源。沼气,是一些有机物质在一定的温度、湿度和密闭条件下,经微生物发酵作用而产生的一种以甲烷为主的可燃气体,因为它常见于池沼中,所以称沼气,人工制取沼气并加以利用,是1958年大跃进中出现的新生事物。大办沼气不仅可以解决燃料、照明;还可以扩大肥源,

为农业生产提供大量优质有机肥料；改善环境卫生，除害灭病；代替柴油、汽油开动机器，提供新的动力资源，加速农业机械化步伐。

微生物是构成土壤肥力的主要因素之一。土壤有机质的分解，矿物质的转化，腐殖质的形成，都是微生物的作用。积肥、沤肥也离不开微生物。有机肥料要在微生物的作用下才能腐熟；肥料施入土壤中，要先经过微生物转化，才能被植物吸收利用。为此，我们的一切耕作、培肥和栽培管理措施，都应考虑为有益微生物创造良好的生育条件，以更好地提高土壤肥力。利用有益微生物，制成微生物肥料施入土壤中，就是一种积极有效的措施。另外，有的微生物有很强的嗜碱性，还可利用其改造盐碱地。

微生物除了对土壤肥力的肥料质量产生影响之外，还有直接营养植物的作用，这些作用可以概括为根际营养和共生营养两个方面。根际营养是根际微生物的作用，主要是：分解周围土壤中的复杂有机质，成为有效养分；通过固氮作用增加有效氮量；产生酸，溶解不溶性盐类使其有效化；产生维生素、生长激素类物质，促进根系发育和植物生长；分泌抗菌素类物质，抵抗病原菌的侵害。共生营养是以形成根瘤和菌根等形式进行的，现已发现这种内共生菌具有合成氨基酸、色素和其他复杂有机物的能力。

有些微生物可以产生具有抑制或杀死植物病原菌的物质，它们可以被用作防治植物病害的微生物药剂，这就是农用抗菌素。农用抗菌素具有选择性强、使用浓度低、易分解、对人畜无毒性等优点，有些还有内吸治疗作用，是一类比较理想的农药。近年来还获得了能够杀虫的抗菌素。

有些微生物可以引起昆虫致病死亡；有些微生物可以寄生在杂草上致使杂草死亡；有些微生物的代谢产物还可以引起田鼠死亡。在当前化学农药引起公害日趋严重的情况下，发展微生物这种新型农药，更具有其重大意义。

微生物与家畜家禽饲料的关系也极为密切。有些微生物可以将秸秆、皮壳、树叶、青草等粗饲料进行转化，增加适口性；有些微生物细胞本身就具有丰富的蛋白质、维生素、胡萝卜素等营养，可直接作为家畜家禽的精料；有些微生物产生的抗菌素，能对幼畜产生防病和刺激生长的作用。还有，如青草、多汁饲料等，通过微生物发酵后，可提高营养价值和延长保存时间。

某些化学农药的施用和工厂的“三废”对生活环境和耕作土壤造成“公害”。研究有毒物质的微生物转化，实行综合利用，变害为利，也是微生物应用的重要内容。

假单孢杆菌属的某些种如溶胶假单孢杆菌，对含氧化合物有氧化力；假单孢杆菌属中一些种，具有利用和降解“六六六”的能力；菜豆根瘤菌对某些酚类化合物有降解能力；欧氏植病菌的一个种能使 DDT 分子在乙烷部分脱氯，某些真菌和链霉菌也有类似的作用。这些都说明微生物对那些人为造成环境污染物的消除，起着重要的有益作用。

第三节 微生物工程及其应用的发展前景

我国古代劳动人民在长期的生产斗争实践中，对微生物的应用，作出了卓越的贡献。早在纪元前一世纪《汜胜之书》中

就指出“肥田要熟粪”。五世纪时，贾思勰著的《齐民要术》中就强调大豆和小豆为前作的作物产量高。当时已经利用积肥、沤粪、翻土、压青、轮作等方法来控制微生物的活动。

科学技术上的发明创造，不仅依赖于社会生产的需要，而且也依赖于有关技术知识的积累。十七世纪末，由于政治和经济发展的需要，推动了光学器械的研究，在许多人不断努力的基础上，荷兰人雷文虎克，制造出了第一架能放大 200—300 倍的显微镜，并进行了观察，发现了细菌。于是开始了微生物学的形态学研究阶段。

十九世纪中叶法国学者首先对“豆科植物可以肥田”这一古老经验进行了研究，揭示了它从空气中获得氮素的秘密。接着荷兰学者 M·W·Beijerinck 第一次获得了根瘤菌的纯培养，又有人发现了硝化细菌的硝化作用。尔后许多科学家又相继就微生物与作物营养、土壤肥料、植物保护、家畜饲料等许多问题进行了研究。微生物的应用，在我国虽有悠久历史，但由于封建社会的长期统治，近百年来又遭帝国主义的侵略，严重阻碍了它的发展，解放后，微生物工程及其应用和其他科学一样，很快得到了发展。同时在农村开展了广泛的沼气、菌肥、微生物农药、发酵饲料等科学实验活动。

当前，国内外在微生物工程及其应用方面的研究很活跃，涉及的范围也很广泛。从目前研究的情况来看，微生物工程及其应用潜力是很大的，有必要积极去探索。

可利用微生物生产肥料、蛋白质、糖、农药和能量等。

大气中的氮、氧、氢、二氧化碳等，均可为微生物利用。固氮菌、氢细菌和能利用太阳能的光合细菌，尤其引人注目。目前对生物固氮的研究，一方面是寻找和利用更多的固氮生物，

另一方面是研究固氮酶,进行化学模拟工作,以实现向大气索取更多廉价化肥。

另外,研究能在 CO_2 、 O_2 、 H_2 及 N_2 等混合气体中生长的细菌,进行混合气体培养,这不仅能获得大量营养价值高的菌体蛋白,而且对回收燃料废气、防除公害,都有重大意义。石油酵母的菌体中含有 40—50% 蛋白质及维生素、脂肪、糖类等,营养价值很高,也可设法用作饲料和食品的原料。

绿色植物能产生大量纤维素。据估计,仅我国的稻草、麦秆、稻壳、棉子壳及玉米芯等五项农副产品,年产量就约 4 亿吨以上。假定其中含纤维素 40%,而把其中 2% 用纤维素酶转化成糖,若酶的转化率为 50%,则每年就可获得 160 万吨糖。这些糖既可直接供人食用,也可进一步通过微生物发酵取得工业原料、饲料和食物。

现有的微生物农药,可分为细菌农药、真菌农药、病毒农药及抗菌素四类。细菌农药的应用及研究,目前正向筛选高毒力菌株和扩大多数应新品种的方向努力。病毒农药比细菌农药效果更好,已引起人们重视。农用抗菌素已不限于防治病害,也发展到了治虫等方面。同时,要开展致病机理研究,揭示微生物药剂对害虫的特效性、专一性的秘密,了解其侵染途径,为有效地进行防治提供依据,更要研究微生物毒素的毒力作用,弄清其有效成分和结构。向人工合成毒素的方向努力,把微生物防治发展到分子生物学水平,如人工合成杀虫基因等。

此外,利用微生物处理“三废”、保护环境,开发地下资源和海洋资源都是大有可为的。目前已知的微生物有十万种以上,而在生产上利用的还很少。

在世界上,几乎生产什么东西的工厂都有,但是没有一家工厂能生产粮食。如果能在车间里生产粮食,真是比在大自然中种地要省劲多了。即不必担心自然灾害的侵袭,又能减轻繁重的体力劳动。还可以把大量的土地让给其它行业。改变千百年来一直由动植物供应粮食的传统,转而从微生物从矿物中索取粮食,早已是人们费尽心机所思考的课题。在这里可奉告读者的是兴建生产粮食的工厂,这并不是异想天开的事。

第二章 微生物饲料

要发展畜牧业,必须要有充足的饲料,饲料问题解决不好,畜牧业生产和农业生产就上不去。饲料亦是微生物的良好培养基。饲料上普遍带有数量众多的、生活特性和作用不同的多种多样的微生物。其中有的参加饲料调制过程,增加饲料的营养价值和适口性。有的能引起饲料败坏,降低饲料的营养价值。有的使饲料带毒或传染病,引起畜禽中毒或患病。研究微生物饲料的任务,就在于辨别和利用有益微生物,从而在饲料调制或保藏过程中采取有效措施,加强和发挥有益微生物的作用,防止或抑制有害微生物的活动,提高饲料的营养价值和保护饲料的营养成分与畜禽健康的目的。

微生物饲料的种类主要有:青贮饲料、发酵饲料、菌体蛋白饲料、抗菌素饲料和维生素饲料等。

第一节 青贮饲料

一、青贮饲料及其优点

青贮饲料是在特制的窖中,将青饲料压紧密封,以乳酸发