

YOUXIAO WEISHENGWU

(EM) YU

FAJIAOCHUANG YANGZHI DONGWU JISHU

有效微生物 (EM) 发酵床养殖动物技术

杭柏林 李求知 赵世龙 主编



化学工业出版社

YOUXIAO WEISHENGWU

(EM) YU

FAJIAOCHUANG YANGZHI DONGWU JISHU

有效微生物 (EM) 与 发酵床养殖动物技术

杭柏林 李求知 赵世龙 主编

化学工业出版社

· 北 京 ·

本书第一篇介绍 EM 养殖动物技术, 包括 EM 的组成与特点、EM 的作用机理、EM 技术及其安全性、EM 在动物养殖业上的应用、EM 养殖动物技术、EM 的使用注意事项、目前存在的问题及今后的努力方向; 第二篇介绍发酵床养殖动物技术, 包括发酵床的作用机理、发酵床在养猪中的应用、实用发酵床养猪技术及发酵床的日常管理以及发酵床养禽技术。本书理论联系实际, 文字简练, 重点突出, 通俗易懂, 具有较强的实用性和可操作性。

图书在版编目 (CIP) 数据

有效微生物 (EM) 与发酵床养殖动物技术/杭柏林, 李求知, 赵世龙主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 9
ISBN 978-7-122-11930-8

I. 有… II. ①杭…②李…③赵… III. 发酵学: 微生物学-应用-畜禽-饲养管理 IV. S815

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 144824 号

责任编辑: 邵桂林 张国锋

装帧设计: 张 辉

责任校对: 边 涛

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 6¼ 字数 174 千字

2011 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员

主 编 杭柏林 李求知 赵世龙

副 主 编 王卫秦 胡建和

编写人员 张水根 李 杰 胡建和

 王卫秦 赵世龙 李求知

 杭柏林

前言

我国是一个农业大国，如何增加农民经济收入对于繁荣农村经济、促进国家稳定至关重要，而发展畜牧业是最有效的途径之一。因此，搞好畜牧养殖业是促进农民增收的重要途径，也是贯彻落实国家提出的建设资源节约型、环境友好型社会，构建和谐社会，建设社会主义新农村的重要内容。

人类在养殖动物时都有这样的想法：畜禽养殖场无臭无蝇；畜禽粪便不会对环境造成污染；不再发生任何疫情；不再需要使用任何化学添加剂，动物同样能够快速茁壮生长；能够生产出更多、安全、卫生、营养价值高的绿色动物源性食品。可是我们怎样才能实现这些美好的愿望呢？目前，“安全高效、规模化畜禽清洁养殖技术”已被列入《2010年度当前优先发展的高技术产业化重点领域指南（征求意见稿）》之中。

在众多的动物生产措施中，生物技术无疑是一个确实可行的、最具有吸引力的方法。本书主要介绍在动物养殖过程中可以应用的两种生物技术，即EM和发酵床养殖技术。

20世纪80年代，日本琉球大学农学部比嘉照夫教授于1983年研制成功了一种生物制剂EM，即有效微生物（Effective Microorganisms，简称为EM）。EM是一种新型的复合微生物菌剂，它不含任何化学的物质，无毒副作用，不污染环境。该技术已经在世界上100多个国家，如日本、美国、法国、澳大利亚、韩国、南非、印度、巴基斯坦、加拿大、巴西、泰国、马来西亚等，得到广泛应用，表现出很强的正面效应，如促进动物生产、防治动物疾病，去除粪便恶臭，改善生态环境，处理生活垃圾等。我国于1992年引入EM技术，在北京、天津、福建、四

川、山东、江西、甘肃、内蒙古、湖北、湖南、河北、新疆、广东、黑龙江、吉林、辽宁、山西、陕西、河南、宁夏、安徽、江苏、浙江、海南、云南等国内几乎所有省份及自治区进行了推广，在许多领域进行了广泛试验验证，取得了众多令人鼓舞的成效。

20 世纪 90 年代，日本鹿儿岛大学的专家学者对发酵床技术进行了系统研究，而后传播到其他国家如韩国、朝鲜。发酵床技术是基于处理畜禽粪便的养殖技术，主要是应用土著微生物或分离鉴定后的有益微生物与制作好的垫料混合后进行发酵，然后开始养猪，在养殖过程中对粪便不需要清理，达到无污染零排放、节能省工、降低成本、增加效益的效果。2003 年，江苏省镇江市科技局引进该项技术，然后在东北、福建、山东、河南、河北、江苏等地进行推广，并取得丰硕成果。然而，就目前研究现状来看，发酵床技术的研究与应用主要在猪、鸡和鸭养殖上，在其他动物养殖上还有待进一步的深入研究。

在我国，众多的大专院校、科研院所、企业单位等对 EM 与发酵床养殖动物技术进行了广泛的研究，取得了丰硕的成果。而且，用 EM 和发酵床养殖的动物产品达到了无公害水平，受到了广大养殖户和消费者的欢迎。为了将 EM 与发酵床养殖动物技术在生产实际中进行推广，我们根据国内外各种书籍、期刊文献和互联网络上的资料，综合各家之长，编写了这本《有效微生物 (EM) 与发酵床养殖动物技术》。本书的主要内容：第一篇为 EM 养殖动物技术，包括 EM 的组成与特性、EM 的作用机理、EM 技术及安全性、EM 在动物养殖业上的应用、EM 养殖动物技术、EM 的使用注意事项、目前存在的问题及今后的努力方向；第二篇为发酵床养殖动物技术，包括发酵床的作用机理、发酵床在养猪中的应用、实用发酵床养猪技术及发酵床的日常管理以及发酵床养禽技术。本书力求理论联系实际，文字简练，重点突出，通俗易懂，具有较强的实用性和可操作性，可作为广大动物养殖与疾病防治人员的实用指导书，也可作为教学科研工作者

以及农业院校师生教学与学习的参考书。

由于编者水平有限，加之编写时间短，书中不妥之处在所难免，敬请各位专家、学者批评指正。本书在编写过程中，参考了一些书籍和已经在各种杂志及报刊上发表的论文和报道，也借鉴了一些网站上的内容，在此一并表示诚挚的谢意。

编 者

2011 年 6 月于新乡

目 录

第一篇 有效微生物 (EM) 养殖动物技术

第一章 EM 的组成及特性	2
一、光合菌群	2
二、乳酸菌群	5
三、酵母菌群	6
四、放线菌群	7
五、固氮菌群	7
第二章 EM 在动物养殖中的作用机理	9
一、增加营养, 提高生产性能	9
二、提高免疫功能, 增强抗病能力	12
三、清除粪尿恶臭, 改善环境卫生	12
四、促进雌性畜禽繁殖功能	13
五、提高产品质量, 生产健康动物产品	14
六、改善水质, 促进生长	14
七、减少药物使用量	15
八、饲料脱毒	15
九、预防与治疗疫病	16
第三章 EM 技术及安全性	18
第一节 EM 技术的分类	18
一、EM 活菌制剂的研究	18
二、EM 菌代谢产物的研究	19
第二节 EM 的安全性	20
一、EM 的毒性试验	20
二、EM 的保存试验	21
第四章 EM 在动物养殖中的应用	22
第一节 畜牧业的发展	22

一、自然畜牧业阶段	22
二、化学畜牧业阶段	23
三、生态畜牧业阶段	24
第二节 EM 在畜禽养殖中的应用	24
一、改善畜舍环境	25
二、促进畜禽生长与增产	27
三、减少抗生素用量	35
四、降低发病率与死亡率	36
五、改善畜禽产品质量	38
六、提高繁殖率与成活率	42
七、防治疫病	44
八、提高免疫功能	49
九、改善饲料质量	50
十、促进牧草增产	53
十一、调整肠道微生物区系	54
第三节 EM 在水产动物中的应用	54
一、促进生长	54
二、净化水质	57
三、提高机体免疫力和抗病力	59
四、提高成活率	60
五、提高繁殖率与受精率	61
六、提高饲养密度	61
七、降低饵料系数	61
八、预防与治疗疫病	62
第四节 EM 在特种动物中的应用	64
一、野猪	64
二、蚯蚓	64
三、特殊品种的鸡	64
四、鹌鹑	66
五、东亚钳蝎	66
六、猕猴	67

七、蜜蜂	67
八、黄鳝	68
九、狐狸	69
十、家蚕	69
第五章 EM 的使用方法	71
第一节 EM 在畜禽养殖中的使用方法	71
一、使用对象	72
二、EM 固态发酵料的制作与使用	72
三、EM 饮水稀释液的配制与使用	75
四、EM 微贮秸秆饲料的制作技术	76
五、发酵畜禽粪便	80
六、发酵糟渣	83
七、制作颗粒料	84
八、发酵草菇	84
九、发酵泔水	84
十、填饲生产鹅肥肝	85
十一、EM 防虫液	86
十二、促进牧草生产	86
十三、发酵油菜粕	86
第二节 EM 在水产养殖中的使用方法	87
一、通用方法	87
二、不同水产动物的具体使用方法	89
第三节 EM 在特种养殖中的使用方法	96
一、野猪	96
二、肉狗	97
三、乌骨鸡	97
四、獭兔	98
五、蜜蜂	98
六、东亚钳蝎	98
七、蚯蚓	99
八、蚕	100

九、鸽	100
第四节 EM 的使用注意事项	100
一、购买时的注意事项	100
二、保存时的注意事项	100
三、应用时的注意事项	101
第六章 问题与展望	104
第一节 存在的问题及对策	104
一、存在的问题	104
二、可行的对策	104
第二节 建议	105
一、要善于学习和引进国外先进技术	105
二、要加强 EM 技术的适用性研究	106
三、加强 EM 技术的应用和推广	106
四、尽快制定相关标准	106
参考文献	107

第二篇 发酵床养殖动物技术

第七章 发酵床养殖的作用机理	116
第一节 发酵床的类型	116
一、发酵床的分类	116
二、两种发酵床技术的比较	118
第二节 发酵床养殖的作用机理	119
一、除臭	119
二、保温	120
三、节能减排	122
四、提高猪体抵抗力，减少疾病发生	122
五、改善猪肉质量	123
六、保持猪场清洁卫生	124
七、促进猪只生长，提高饲料利用率	124
八、节工省本，提高效益	125
第八章 发酵床在养猪生产中的应用	126

一、促进生长,降低饲料消耗	126
二、改善猪肉品质	127
三、提高成活率,降低发病率与死亡率	128
四、保温	129
五、减少污物排放,改善环境质量	129
六、节省劳力、水电费及医药费	130
第九章 发酵床养猪技术	131
第一节 发酵床使用技术	131
一、猪舍设计	132
二、发酵剂	139
三、垫料	144
四、发酵床	149
五、饲料配方和饲喂	152
六、发酵床制作的实例	153
七、发酵床的快速启动	154
第二节 发酵床养猪的日常管理	155
一、做好疫病防治工作	155
二、注意猪的饲养密度	157
三、注意菌种的用量及其活性	158
四、注意观察猪排粪拉尿情况	159
五、注意通风、保温和降温	159
六、注意干燥与湿度	160
七、注意观察垫料的厚度	161
八、注意观察垫料的含水量	161
九、注意观察垫料的气味	163
十、注意控制饲喂量,调整饲料配方	163
十一、注意空舍时间和翻床间隔	164
十二、注意垫料的补充和更换	164
十三、防雨雪	165
十四、注意翻动垫料与防霉	165
十五、用发酵床养母猪应该注意的事项	165

第十章 发酵床养禽技术	167
第一节 发酵床养鸡技术	167
一、鸡舍发酵床的建造	168
二、鸡舍发酵床的日常管理	171
三、发酵床养鸡与发酵床养猪的区别	175
第二节 发酵床养鸭技术	176
一、肉鸭用发酵床的制备方法	177
二、肉鸭用发酵床的日常管理	178
第十一章 展望	182
参考文献	184

第一篇 有效微生物(EM)养殖动物技术

第一章 EM 的组成及特性

EM (Effective Microorganisms, 简称为 EM) 是有效微生物的英文缩写, 它是由日本琉球大学比嘉照夫教授等经过多年潜心研究于 20 世纪 80 年代初投放市场的, 由多种微生物复合培养而成的一种新型微生物活菌制剂。EM 制剂群体中共含有 5 科、10 属、80 多种微生物, 光合细菌、乳酸菌、酵母菌、固氮菌和放线菌为其代表性微生物, 它们共存、共荣、共生、共养。这些复合微生物中有厌氧菌、好氧菌、兼性厌氧菌, 因此, EM 制剂是多向复合活性微生物制剂。

EM 制剂的商品名称在市场上各不相同, 有的称为“EM 原露”, 有的称为“EM 原液”, 有的称为“益生菌”(但是益生菌并非特指 EM 制剂), 其实都是指同一类产品。由于原菌种来源、制作工艺及发酵技术等方面的原因, 所以质量不尽相同。

一、光合菌群

光合细菌 (Photosynthetic Bacteria, 简称 PSB) 是地球上最早出现的一类能以光作为能源, 以二氧化碳 (CO_2) 和有机物作为碳源, 以有机物、氢气或硫化物为供氢体而繁殖的原核生物的总称。它广泛分布于水田、河川、海洋、污泥和土壤中。光合细菌为革兰阴性, 好氧性或兼性厌氧性菌。根据国际上常用的伯杰氏分类手册 (第 9 版) 的分类标准, 光合细菌可分为着色杆菌科、外硫红螺菌科、紫色非硫细菌、绿色硫细菌、多细胞丝状绿细菌、螺旋杆菌科和含叶绿素的专性好氧菌等七大类群。

光合细菌可以在有光无氧的条件下生长、繁殖, 也可在无光有氧的条件下生长。有光时, 菌体能利用光能, 把水和 CO_2 合成糖类及淀粉, 同时还能以硫化氢 (H_2S) 和有机物作为供氢体, 以 CO_2 或有机物作为碳源而生长发育。当环境是有氧无光时, 菌体

则可以通过有氧呼吸,使有机物氧化,从中获取能量。在无光照的条件下,光合细菌能利用畜禽体温进行糖与淀粉的合成,为畜禽提供营养物质。在厌氧条件下,光合细菌能利用小分子有机物来合成自身生长繁殖需要的各种养料,并以动植物体内的分泌物、有机物和有害气体等为基质,合成糖类、氨基酸、维生素和生物活性物质等。

光合细菌菌体无毒,营养丰富,蛋白质含量高达 64.15%~66%,脂肪 7.18%,粗纤维 2.78%,碳水化合物 23%,灰分 4.28%,还含有维生素及其他多种生理活性物质(如泛酸、叶酸、辅酶 Q),能参与核酸的合成及有机体神经组织的代谢,并促使血液的形成,对促进生物生长起着十分积极的作用。同时,光合细菌所含的氨基酸种类齐全,含有丰富的蛋氨酸,从而具有与鱼粉等动物蛋白相似的性质。因此,光合细菌具有很高的饲料价值。

光合细菌在生命活动过程中还能生成大量生物活性物质(如维生素、酶、内分泌激素),调整和活化畜禽各器官功能,增强畜禽体质,增加排卵量与提高精液质量,增强种畜禽的繁殖能力和生产畜禽的生产能力。

光合细菌利用太阳能或紫外线将土壤中的 H_2S 和碳氢化合物中的氢分离出来,变有害物质为无害物质,并和 CO_2 、氮等混合在一起合成糖类、氨基酸类、维生素类、生物活性物质(如激素)等,为培养优质土壤做出贡献。

光合细菌由于菌体较小而适合在水产养殖中做开口饵料,能提高鱼苗的成活率,并能净化水质,防治鱼病,促进生长发育,达到节省饲料、提高经济效益的目的。光合细菌对各种有机物、硝氮(NO_2^- -N 或 NO_3^- -N)、氨氮(NH_4^+ -N)、 H_2S 等有极强的作用能力,能有效地降低这些污染物的浓度。光合细菌是水体中碳(C)、氮(N)、硫(S)等元素循环的主要参与者,可以明显地改善水质,增加水中的溶氧(DO),降低化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD),降低氨氮、硝氮、硫化物浓度,极大地减少了养殖池塘换水量、换水次数和疾病的发生率。同时光合细菌本身富含蛋白质、多种维生素和钙(Ca)、磷(P)等多种微量元素及活性物质,鱼虾摄食后可以提高机体的免疫力。在鱼、虾饲料中添加光合细菌

能提高鱼、虾的成活率,促进鱼、虾的生长。

光合细菌能消除粪臭。它能分解粪臭素(属硫氢化合物,如吡啶、甲硫醇、硫醇、硫化氢等),将粪臭素中的化合硫分解为单质硫,消除了粪便臭味,又将氢与二氧化碳化合合成糖和淀粉,既制造了养分,又消除了臭气。

在土壤中,如果光合细菌增加,放线菌、固氮菌、VA菌根菌(丛枝菌根)等其他的有效微生物也会增加。例如以光合细菌分泌的氨基酸为食饵的VA菌根菌增加,它具有把植物根不吸收的非溶性磷酸供给植物的能力。VA菌根菌也与能固氮的一种固氮菌共生,从而促进氮固定能力。光合细菌本身还具有固氮能力,与其他固氮菌共存时,可大大提高土壤肥力,作为底肥、追肥或叶面肥,可使农作物增产,改善土壤盐化、板结,有利于根系发育。它还能有效地降解或氧化土壤中的残留农药、 H_2S 和胺类等有毒化合物,对土壤起一定解毒作用,从而避免或减少上述毒物在农作物中的积累,保证农副产品的质量。光合细菌还含有抗细菌、抗病毒的物质,在光照及黑暗条件下均有钝化病毒致病的能力以及抑制病原菌的能力,可在一定程度上起到抗植物病害的作用。

光合细菌可把废水中的有机物转化为简单的无机物,降低化学需氧量和生化需氧量,减少水体污染,改善水质。因此,利用光合细菌进行有机废水处理日益得到人们的重视。同时,光合细菌是紫外线耐受菌,能忍受 1mg/L 浓度的余氯,能忍受较高浓度的盐分,对氰、酚等毒物的耐受性较强。因此有可能在较“恶劣”的环境下发挥其处理有机废水的作用。

光合细菌富含类胡萝卜素,为重要的微生物来源的天然红色素。光合细菌的色素无毒,色彩鲜艳、亮泽,并具防水性,可作为食品着色剂和添加剂,能增加蛋黄颜色,能增加特异性和非特异性免疫功能,提高巨噬细胞、自然杀伤(NK)细胞的活性,并有防治血管硬化和抑制癌细胞的功能,还可用于化妆品的生产,在光电导方面也有一定的研究价值。此外,光合细菌还被制作成保健食品,经动物试验表明具有延缓衰老、抑制肿瘤、免疫调节的显著功效,这可能是与光合细菌细胞中富含类胡萝卜素和B族维生素及活性物质有关。