

国家星火计划培训丛书



生物技术 在养殖业中的应用与实践

主 编 科学技术部农村科技司
编 著 唐清池



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

国家星火计划培训丛书

生物技术在养殖业中的 应用与实践

主 编 科学技术部农村科技司

编 著 唐清池

参 编 张福亮 刘希鹏 郭银保 王学宾

程 涛 白 帅 李忠宏 董振华

郝红伟 程雅珍 车 缙 赵韶琴

中国农业大学出版社

• 北京 •

图书在版编目 (C I P) 数据

生物技术在养殖业中的应用与实践 / 唐清池编著

— 北京 : 中国农业大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5655-1437-1

I. ①生… II. ①唐… III. ①生物技术—应用—养殖业—研究 IV. ①S8

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第269344号

书 名 生物技术在养殖业中的应用与实践
作 者 唐清池

责任编辑 张 蕊 张 玉

封面设计 覃小燕

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525, 8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 廊坊市蓝海德彩印有限公司

版 次 2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷

规 格 850×1 168 32开本 4.25印张 114千字

定 价 15.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

《国家星火计划培训丛书》编委会

顾 问：石元春 卢良恕 王连铮
 方智远 张子仪 李振声
 袁隆平

名誉主任：张来武

主 任：马连芳 贾敬敦

副 主 任：蒋丹平 侯立宏 吴飞鸣

委 员：张洪刚 杨 如 秦卫东

 于双民 王 强 陈展鹏

 胡东杰 李 华

前 言

国家科技部于1986年提出的星火计划，对推广各项新技术，推动农村经济发展，引导农民增收致富，发挥了巨大的作用。科技部十分重视对农村干部、星火带头人、广大农民的科技培训，旨在激发农民学科技的热情，提高农民的科学文化素质和运用科技的能力，为农村培养新型实用人才、农村科技带头人和农村技术“二传手”，为解决“三农”问题提供强有力的科技支撑和示范模式，为社会主义新农村建设和发展现代化农业作出贡献。

2010年的中央一号文件，再次锁定“三农”，这是21世纪以来连续第7个关注“三农”的中央一号文件。培训“有文化、懂技术、会经营”的新型农民已成为当前社会主义新农村建设中的一项重要内容。为响应党中央、国务院、科学技术部的号召和指示，适应新的“三农”发展现状，推进高新农业科技成果的转化，使农业科技的推广工作落到实处，科学技术部农村科技司决定新编一套《国家星火计划培训丛书》，并委托中国农村科技杂志社组织编写。该套丛书旨在推广目前国内国际领先的、易于产生社会效益和经济效益的农业科学技术，介绍一些技术先进、投资少、见效快、环保、长效的项目，引导亿万农民依靠科技发展农村经济，因地制宜地发展本土经济，提高农产品的市场竞争力，实现增产创收。也可对农民、农村、农业上项目、找市场、调整产业结构提供借鉴和参考。

此系列丛书我们精心组织来自生产第一线的科技致富带头人

和有实践经验的专家、学者共同编写。不仅学科分布广、设置门类多、知识涵盖面宽，力求收入教材的资料为最新科技成果，内容通俗易懂，能够满足不同培训对象的学习要求，而且具有较强的系统性、应用性和时效性，能够满足全国各地开展得如火如荼的农民科技培训的需要，满足科技部关于农村科普工作的需要。为科技列车、科技下乡、科技扶贫、科普大篷车、星火科技培训等多种形式的科技下乡惠农活动，提供稳定的农村科普“书源”。

目前，我国农业和农村经济发展已经进入了新阶段，随着我国农村经济结构调整的不断深入，党中央、国务院提出了“夯实‘三农’发展的基础，落实国家重大科技专项，壮大县域经济”的指示，星火计划的实施也呈现出新的特色。在这一时期，需要坚持以人为本，把提高农村劳动者素质摆在重要位置，把动员科技力量为农民服务作为重点。在此之际，为了更好地服务于广大农民和农村科技工作者，我们精心编撰了这套新的《国家星火计划培训丛书》。但由于时间紧、水平有限，不足之处在所难免，衷心欢迎广大读者批评指正。

《国家星火计划培训丛书》编委会

2010年2月

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 国内外生物技术在养殖业中的发展简史.....	(1)
第二节 国内外生物技术在养殖业中的应用现状.....	(8)
第二章 生物饲料与生物发酵床概况	(19)
第一节 生物饲料与生物发酵床应用简史.....	(19)
第二节 生物饲料的来源与分类.....	(25)
第三节 生物发酵床的来源、分类与菌种.....	(28)
第三章 生物饲料的应用与实践	(36)
第一节 生物饲料的制作方法.....	(36)
第二节 生物饲料的特点与功效.....	(48)
第三节 生物饲料的用法与用量.....	(50)
第四节 生物饲料的效益分析.....	(53)
第五节 山西博亚方舟生物科技有限公司生物饲料 应用实践案例.....	(71)
第四章 生物发酵床的应用与实践	(85)
第一节 生物发酵床的操作方法与注意事项.....	(85)

第二节 生物发酵床的特点与功效.....	(101)
第三节 生物发酵床的效益分析.....	(103)
第四节 生物发酵床的制作方法.....	(110)
第五节 山西博亚方舟生物科技有限公司生物发酵床应 用实践案例.....	(117)
第五章 生物饲料发展前景展望	(120)
第一节 生物饲料的安全储藏.....	(120)
第二节 发展生物饲料的意义.....	(120)
第三节 生物饲料存在的问题.....	(121)
第四节 生物饲料的发展前景展望.....	(123)
附件 山西博亚方舟生物科技有限公司简介	(126)

第一章 概述

第一节 国内外生物技术在养殖业中的发展简史

一、生命科学的进展

20世纪90年代以来，生命科学和生物技术基础研究不断取得重大突破，为生物技术原始创新奠定了基础。以生物技术为代表的新的技术进步正在形成。生命科学与生物技术的发展为生物经济的产生奠定了坚实的技术基础。

生命科学是研究生命起源和形成的最基本物质及其运动规律的综合性的基础学科。它已经从静态的、以形态描述与分析为主的学科演化发展成动态的、以实验为基础的定量分析学科。当今的生命科学正从分析走向综合，其特征是对分子、细胞、组织、器官及整体的全方位的综合研究。

生物学创始人查尔斯·达尔文，1859年发表的《物种起源》描绘了生命起源与进化的轮廓；孟德尔于1866年发表了豌豆杂交实验报告，揭示了古典遗传规律；1902年，萨通（Sutton）和博维里（Boveri）等正式提出了染色体理论；1909年，约翰森（Johannsen）将遗传因子定义为“基因”（gene）；1910年，摩尔根发现了连锁定律和交换定律，弥补了分离定律和自由组合定律所不能解释的遗传性状。孟德尔和摩尔根所发现和创立的三大遗传定律成为人类生命科学研究的基石。沃森和克里克于1953年发现了DNA分子的双螺旋结构，从分子水平上阐明了生命遗传的机理，奠定了现代分子生物学的基础，成为生命科学发展史上的一个里程碑。1957年，克里克又提出了后来被称为“中心法则”的遗传信息传递路线。葛亨于1973年从人类体外分离到了第一个基因，对生命科学的许多分支领域产生了革命性地影响。世界科学界联手执行“人类

基因组计划”，于2000年6月26日宣布人类基因组的工作草图已经绘制完成，这成为继原子弹、人类登月之后人类科技史上的第三个里程碑。信息技术的飞速发展渗透到生命科学领域中，形成了用途广泛的生物信息学。目前，功能基因组学、蛋白质组学与代谢组学成为生命科学发展的主流方向。

21世纪的今天，以蛋白质为主的生物大分子研究进入了一个新的层次。100年来世界各国的科学家一直在努力寻找基因、定位基因、分离基因、认识基因、操作基因、开发基因与利用基因，并因此形成了一系列新的学科与技术产业。100年前，基因还只不过是一个用英文字母所代表的遗传性状的符号；而仅仅时隔50年，揭示出了DNA分子就是基因的物质基础。又隔50年完成了人类全基因组的测序。可以预测，在未来50年里生命科学将会出现一个又一个惊人的奇迹。

二、生物技术的发展

生物技术 (biotechnology) 又可称为生物工程，是以生命科学为基础，运用生物化学、生物物理学、分子生物学、细胞生物学、微生物学、遗传学等原理与生化工程相结合来研究、设计、改造生命系统以改良生物乃至创造新的生物品种，改造或重新创造设计细胞的遗传物质、培育出新品种，以工业规模利用现有生物体系，以生物化学过程来制造生物工业产品和为人类提供服务的一类高技术。简言之，生物技术就是依靠微生物、动物、植物作为反应器将物料进行加工以提供产品来为社会服务的技术。

综观生物技术发展史，其发展可以划分为三个不同的阶段：传统生物技术、近代生物技术、现代生物技术。传统生物技术的技术特征是酿造技术，近代生物技术的技术特征是微生物发酵技术，现代生物技术的技术特征就是以基因工程为首要标志。根据生物技术应用的不同领域，人们一般将生物技术分为“红色生物技术（生物

制药技术) ”、“绿色生物技术(农业和食品生物技术)”和“白色生物技术”(工业、环保生物技术)三类。

由于生物产品、生物产业、生物经济都是在生物技术之上建立的,所以明确生物技术的概念是研究生物经济的前提。广义上的生物技术包括传统生物技术、近代生物技术和现代生物技术。而狭义上的生物技术,只是指现代生物技术。本节主要简介现代生物技术的发展。

现代生物技术包括基因工程(含蛋白质工程)、细胞工程、酶工程、发酵工程。其中基因工程(也称遗传工程、基因重组技术)是现代生物技术的核心。1997年取自一只6岁成年羊身上的乳腺细胞培育成功的克隆羊“多莉”在英国问世以来,克隆技术获得了空前的发展,克隆鼠、克隆牛、克隆猪、克隆猫、克隆猴等相继问世,不过克隆技术最大的应用可能还在医学领域:利用克隆技术培育人类胚胎,使其发育成各种组织和器官,以供医疗或研究之用。在生物技术领域,除了已经较为成熟的基因技术、蛋白技术和生物信息技术外,又出现了许多新型的技术平台,如干细胞应用技术、新型核糖核酸技术、纳米生物技术、系统生物技术和计算机支持的处理过程等,以及更符合消费者需求的引导演化技术、脱氧核糖核酸置换技术、代谢技术、天然物质合成技术、药物推理设计技术、核糖核酸干扰技术、脂质体技术等。有人预言,2010年左右将迎来再生医疗技术的成熟推广期,使医疗技术发生质的飞跃。以基因工程、抗体工程或细胞工程技术生产的,源自生物体内的,用于体内诊断、治疗或预防的生物技术药物,已经成为利用现代生物技术生产的最重要的产品。基因测序技术的突破使之更加快捷和廉价。颠覆了传统的健康观念,即诊断更加精确、治疗更加个性化。2008年9月,美国太平洋生物科学公司最新研发成功的个人基因组测序样机,并宣布将在2013年上市销售个人基因组测序仪,将在15min内完成个人基因组测序,且个人基因组测序费用不到1000美元。在英、美等发达

国家，基因检测服务就像体检一样普及。2008年，在人类成体干细胞移植治疗疾病方面，除了已经逐步成熟的骨髓干细胞治疗白血病外，用患者自身的干细胞治疗心脏病、肾脏病、肝硬化、甚至截肢手术后的局部肢体再生都有新进展。开发生化探测剂和各类疫苗将成为今后生物产业开发的热点。

1983年首例转基因植物——转基因烟草问世，1986年全世界有5例转基因植物首次获准进入田间试验，1994年首例转基因植物——转基因耐储藏番茄在美国批准进入市场，此后，通过基因工程技术获得的转基因植物、动物、微生物在农业生产上的应用取得了一系列突破性进展，转基因生物已从第一代的输入特性经过第二代的输出特性发展到药用、工业用以及向具有复合性状的方向转变，产业化发展趋势已不可逆转。目前，转基因技术已基本趋于成熟，尤其是在转基因植物方面。出于对转基因产品的慎重与担忧，目前人们还只是消费转基因植物产品，转基因动物产品尚未真正进入人们的生活。美国科学家采用转基因（GM）技术，使奶牛产生的牛奶蛋白质含量提高很多，为今后高等生物的转基因食品研究开创了先河。在利用转基因技术开发植物新品种方面，我国培育出改良淀粉的转基因木薯；利用转基因技术培育新的动物模型方面，美国培育出转基因舞蹈病猴子模型。此外，英国专家研究借助转基因蚊子防治疟疾，巴西利用转基因蚊子对付传染病，德国培育出人糖尿病模型的转基因猪，阿根廷获得了含生长激素的转基因牛。现在农业生产上应用的第一代转基因植物，主要是以抗病虫害和除草剂为主的转基因产品，正在开发的第一代转基因植物还有抗旱和抗盐等转基因农作物。第二代转基因产品将以改良品质和增加营养为主，可以使全社会更多人受益。第三代转基因产品还将包括功能性食品、生物反应器、植物工厂以及高效生物能源等，这些都将使农业生产不断向医药、化工、环境以及能源领域拓展，对促进农业可持续发展将起到重要作用。细胞工程技术、酶工程技术研究开发生物工程产品，

未来的大部分产业材料产品都会涂上生物科技的色彩。

生物技术的国际竞争已经到了分秒必争的地步。研判未来经济社会诸领域对生物产业的需求，超前部署发展一批生物前沿技术、下一代技术的原始创新和集成创新。如生物医药领域的靶标发现技术、药物分子设计技术、基因操作和蛋白质工程技术、基于干细胞的人体组织工程技术；生物农业领域的智能不育分子设计技术；生物制造领域的新一代工业生物技术、生物炼制技术、合成生物技术等。

三、生物产业的产生

生物经济是在发展到一定规模的生物产业基础上形成的。研究生物经济首先要研究生物产业。生物产业与生物经济只二字之差，但其本质内容，前者主要指生产生物技术产品与提供生物服务，后者主要指生物领域的生产、分配、交换和消费。生物产业是生物经济的行业构成，国民经济中没有足够量的生物产业，这个经济模式就不能称之为生物经济；足够量的生物产业是指生物产业在国民经济中发挥着主导和支柱作用，在国民经济总产出中占据更大的比例，对经济增长的贡献度更高。因为生物产业尚处于快速发展的初期阶段，国际上关于生物产业的范围还没有统一的定义和界定，因此生物经济也没有统一的国际标准。有些国家的细分行业也只是按照生物技术在各领域的应用情况划分的。国内外目前对“生物产业”的称呼、内涵的理解各不相同。如美国、英国、印度等国家称为“生物技术产业”；日本等国家称为“生物产业”。国内在过去采用了“生物技术与新医药产业”、“现代生物技术产业”、“生物技术产业”等称呼。2007年，国家“生物产业发展‘十一五’规划”确定了我国的“生物产业”的称呼。

现代生物产业开始的标志是1976年4月7日，Herb Boyer和 Bob Swanson在南旧金山成立了Genetech公司，其发展经历了四个阶

段：第一阶段，20世纪70年代，以DNA重组技术的成功标志着生物技术的诞生及其新纪元的开始；第二阶段，即第一次浪潮，主要体现在医药生物技术领域，1982年，第一个基因工程药物——重组人胰岛素的上市标志着生物产业的崛起，生物技术在医药领域经历了一段快速发展时期，目前，生物医药产品占生物产业市场份额的70%以上，处于主导地位；第三阶段，即第二次浪潮，发生在农业生物技术领域，以转基因食品为标志，1996年转基因大豆、玉米和油菜相继上市，生物技术在农业领域迅速应用；第四阶段，20世纪90年代后期，生物技术在工业、环保、能源、海洋、材料、信息等领域的广泛应用与融合，形成了生物产业的新浪潮。我国生物技术及产业已经基本结束了技术积累阶段，进入了边研究、边产业化的新阶段。当前，世界现代生物技术发展开始进入大规模产业化阶段。科学的目的在于认识世界，技术的目的在于利用、改造和保护自然，造福人类。生命科学要转化为生产力，为人类造福，必须与生物技术相结合，才能在生产上发挥巨大作用。生命科学不仅推动了科学进步，还将产生惊人的效益，从而引发一场产业革命——人类走向生物经济时代。20世纪90年代以来，以生物技术为重点的第四次科技革命正在形成。人类基因组序列“工作框架图谱”完成，使科学家将能阐明重大疾病的机理，目前生物科学家已经找出许多与基因缺陷有关的疾病，在已知的40000种疾病中，大约有3000种与基因缺陷有关。产值超过15000亿美元的新健康产业即将崛起，医药生物技术将推动第四次医学革命。干细胞、组织工程研究的重大突破，为再生医学开拓日益广阔的前景。双子叶模式植物拟南芥和单子叶模式植物水稻基因图谱的公布，为植物改良奠定了基础，培育农作物新品种的局面已经形成，为推进农业第二次绿色革命提供了技术保障；克隆羊“多莉”的诞生，标志着利用动物体细胞进行无性繁殖已经成为现实；全球已有60多个微生物基因组的序列图公布；工业生物技术将推进“绿色制造业”，发展绿色GDP；能源生物技术将

促进“绿金”代替“黑金”缓解能源短缺压力；环境生物技术将改善生态环境，加速“循环经济发展”，并在保障国家安全，防御生物恐怖中发挥不可替代作用；生物技术与信息技术、纳米技术的交叉融合，给新的科技革命注入更加强大的生命力。在改造工业和环境保护上，生物科学家有信心在未来30年使工业产业的催化转化率提高30%。有专家预测，如果在地球上所有荒滩都种上一种生物转化率高的能源植物，通过生物技术来生产乙醇、生物柴油，那么就可以为世界提供足够的能源。生命科学的新发现，生物技术的新突破，推动了生物技术产业的迅速崛起，一个以生物技术产品研发、生产、销售、消费为基础的生物经济正在加速形成。

美国著名的未来学家保罗先生预言：推动社会发展的代表科学正在由信息科学转为生命科学。信息技术只是加快了人类处理原有信息的速度，而生物技术则能创造更多的新财富。在不到一代人的时间里，每家公司都会变成生物物质公司——或者成为生物科技研发或应用的一环，或者直接依赖其生存并取得成功。信息在脱离了物以稀为贵的阶段之后，许多信息相关服务也廉价到几乎免费。如同钢铁、石油、电力与汽车一样，其易得性、成本、用途、未来发展或潜力而言，这些技术与产品都没有资格被称为“高科技”。虽然其应用性与对生活各层面的重要性依旧存在，但都已出现“让位”新经济模式的趋势，进入生物经济时代。人类社会的发展遵循着这样一个基本规律：技术革命带来新的产业发展，新的产业造就新的经济形态。当生物技术直接和间接带动的产业产值能够占到GDP50%的时候，意味着生物经济时代真正的到来。信息科技潜伏了将近100年，反观生物科技时代不需耗时太久，只有一代人时间就会成熟。以往科技只改变我们的生活，并没有改变我们本身；生物科技最终将从根本上改变人类，生物物质将从转变世界经济开始，最终改变人类对世界的看法。比尔·盖茨用12年的时间积累10亿美元的财富，而杨致远和戴维·菲勒只用了3年。然而，当人们还在为

信息技术啧啧惊叹时，比尔·盖茨却预言：超过自己的下一个世界首富必将出自生物技术界。

有专家指出，大概在今后十几年，有机的生物技术将与无机硅的信息技术、无机的复合材料将与纳米技术并存，生物过程数字化技术将在这段时间突破，为生物经济进入成熟阶段奠定基础。科技日报2010年3月15日报道，据预测，2020年物联网这一新兴产业将发展上亿美元规模的高新技术市场，成为比互联网大30倍的全球技术产业。2009年被称为物联网元年。物联网是在互联网基础上延伸和扩展的网络，目前还处在发展的初级阶段，很多关键技术问题没有解决。据专家研究预测，生物产业要比信息产业的市场空间大10倍，因此，可以预见，21世纪将是生物经济时代，同时，由于物联网的发展，也必将出现以生物经济为主导的，生物产业和信息产业双翼齐飞的产业格局。

第二节 国内外生物技术在养殖业中的应用现状

在生物产业崛起的今天，传统的养殖业已经越来越深入地被生物技术所影响和改造。生物技术为动物药理学、动物营养学、动物医学、动物遗传育种等各个领域提供了新的方法和途径。以转基因动物技术、动物克隆技术和基因打靶技术为代表的现代农业动物生物技术，在家畜和家禽的遗传性状和品种改良，扩大优良畜种数量、保护动物遗传资源，开展功能基因研究，实现基因表达调控，生产药用蛋白和再造人类器官等方面具有诱人的前景。现代生物技术将为畜牧养殖业作出不可估量的贡献。

一、生物技术在动物医学中的应用

（一）生物技术在动物疫苗接种中的应用

基因疫苗又称核酸疫苗或DNA疫苗，是指将引起保护性免疫应

答的目的基因片段插入质粒载体，然后将重组质粒直接导入机体，通过宿主细胞的转录系统表达目的抗原，进而诱生保护性免疫应答的一种生物制剂。在动物医学领域，DNA疫苗已经在许多动物身上进行了研究并取得了一定进展。近年来，许多畜禽病毒性传染病已不能依靠传统疫苗（如灭活疫苗）对其进行防治，DNA疫苗的出现使得这一状况得到了改善。编码病毒、细菌和寄生虫等不同种类抗原基因的质粒DNA，能够引起脊椎动物如哺乳类、鸟类和鱼类等多个物种产生强烈而持久的免疫反应。

1. 应用于家禽的DNA疫苗

国外研究人员等用猪流感病毒的核心抗原34基因制成DNA疫苗并在小鼠中取得了较好的保护效果。国内研究表明，H₇亚型血凝素基因DNA疫苗能在极小的使用剂量下成功诱导鸡免疫保护反应，并有效阻断同源低致病力禽流感病毒在机体内的感染。

2. 应用于猪的DNA疫苗

国内的研究表明，用含有gD基因的质粒DNA构建疫苗，接种猪能诱导抗体的产生并在免疫后9个月还能检测到抗体。对PrV糖蛋白基因的DNA疫苗与常规灭活疫苗进行比较发现，DNA疫苗比灭活疫苗效果好。还有研究发现，用HIV₁株的血凝素HA和核衣壳蛋白NP质粒做成的DNA疫苗，能诱导猪皮肤黏膜免疫应答，产生保护力。

3. 应用于牛的DNA疫苗

在大家畜牛中，首次用疱疹病毒BHV-1的gD基因构建的质粒DNA进行免疫，能诱导免疫应答。有研究发现，用gD质粒DNA疫苗，免疫新生牛犊的效果较好，表明在有母源抗体存在的情况下，DNA疫苗仍然可以发挥作用。

4. 应用于犬的DNA疫苗

国内研究机构分别用含有犬细小病毒VPt基因和狂犬病病毒糖蛋白Gg基因的质粒DNA构建疫苗，肌肉免疫接种犬后，产生强烈的体液免疫应答，犬细小病毒疫苗对同源CPV的攻击能获得完全保