

国家星火计划培训丛书



生物技术 在种植业中的应用与实践

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

生物技术在种植业中的 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

生物技术在种植业中的应用与实践 / 唐清池编著

-- 北京 : 中国农业大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5655-1453-1

I. ①生… II. ①唐… III. ①生物技术—应用—种植
业—农业技术 IV. ①S3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第295257号

书 名 生物技术在种植业中的应用与实践
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 6.125印张 153千字

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 国内外应用简史	(1)
第二节 国内外微生物肥料的发展现状	(5)
第二章 生物农药概况	(18)
第一节 生物农药发展简介	(18)
第二节 生物农药的分类及国内外研究发展现状	(21)
第三章 我国生物农药登记品种及其应用技术	(34)
第一节 植物源/抗体型生物农药	(34)
第二节 植物源/载体型生物农药	(46)
第三节 动物源/活体型生物农药	(46)
第四节 动物源/抗体型生物农药	(48)
第五节 微生物源/活体型生物农药	(49)
第六节 微生物源/抗体型生物农药	(59)
第七节 微生物源/载体型生物农药	(71)
第八节 生物农药使用的技术要点	(71)

第四章 微生物体生物农药生产工艺简介	(76)
第一节 生物农药固态发酵生产工艺简介	(76)
第二节 微生物体生物农药液固双相发酵生产工艺简介	(82)
第五章 国内外生物农药产业发展现状与趋势	(85)
第一节 国际生物农药产业发展现状与趋势	(85)
第二节 我国生物农药的发展瓶颈及对策分析	(90)
第六章 生物保鲜剂	(96)
第一节 生物保鲜的作用机理及特点	(97)
第二节 生物保鲜技术的种类及其介绍	(98)
第三节 生物保鲜剂的未来发展展望	(106)
第七章 生物肥料概况	(108)
第一节 生物肥料应用简史	(108)
第二节 生物肥料来源与分类	(112)
第三节 发展微生物肥料的必要性	(119)
第四节 微生物肥料的主要功效与机理	(120)
第五节 微生物肥料的种类	(121)
第六节 生物固氮在氮循环中的作用	(131)
第八章 生物肥料的生产方法	(133)
第一节 固体肥、粉肥、液体肥的生产	(133)
第二节 菌粉的生产	(135)

第九章 生物肥料的应用与实践	(136)
第一节 功效与特点	(136)
第二节 用法用量	(137)
第三节 推广应用分析	(137)
第四节 山西博亚方舟生物科技有限公司北方田间 效果试验	(155)
附件 山西博亚方舟生物科技有限公司简介	(184)

第一章 概述

第一节 国内外应用简史

我国微生物肥料的研究应用和国际上一样，是从豆科植物上应用根瘤菌接种剂开始的，起初只有大豆和花生根瘤菌剂。20世纪50年代，从原苏联引进自生固氮菌、磷细菌和硅酸盐细菌剂，称为细菌肥料。60年代又推广使用放线菌制成的“5406”抗生素肥料和固氮蓝绿藻肥。70~80年代中期，又开始研究VA菌根，以改善植物磷素营养条件和提高水分利用率。80年代中期至90年代，农业生产中又相继应用联合固氮菌和生物钾肥作为拌种剂。近几年来又推广应用由固氮菌、磷细菌、钾细菌和有机肥复合制成的生物肥料做基肥施用。

一、微生物肥料的质量标准、监督体系

我国的微生物肥料生产应用过去一直没有从国家的角度进行质量监督，也没有国家标准，亦未实行生产许可证制度。经过多年的努力，于1994年农业部制定了一部行业标准，规范了微生物肥料的生产。在产品标明的失效期前有效活菌数应符合指标要求，出厂时产品有效活菌数必须高出本指标30%以上。

二、我国微生物肥料的研究、生产、应用发展策略

(1) 提高产品质量，实行生产许可证制度，组建质量检测机

构，使微生物肥料的生产有章可循，质量有保障。可以有效地遏制该领域的假冒伪劣产品，对那些技术基础和生产条件比较好的工厂要大力扶持，对生产的产品不符合国家标准的工厂要进行严格整顿。

(2) 进一步提高使用效率，除了提高产品质量（菌数、有效期）外，还要根据不同地区和不同的作物选用不同的菌剂，进一步改进剂型和使用方法。

(3) 加强微生物肥料的基础和应用基础研究工作，长期以来，这个领域的研究投入很少，大多数研究处于低水平的重复，致使研究远远落后于生产。需要对以下方面进行研究：微生物肥料的作用机理；微生物肥料中特定微生物的生态学研究；微生物肥料优良生产菌株的筛选和诱变；根瘤菌肥料固氮限制因素的研究及与野生菌株结瘤竞争的机理和解决的途径；微生物肥料的快速、准确检测技术的建立；开发新的微生物肥料品种等。

(4) 加强国内外的交流和合作，采取请进来和派出去相结合的方式，双边或多边的形式进行国际合作和交流。在国内，则应加强科研单位、生产单位和推广部门的合作，不定期培训生产和推广的技术人员。同时，做好微生物肥料科普知识的宣传和普及等工作。

三、我国微生物肥料产业化展望

近年来，我国农业生产对肥料的需求量不断增加。由于化学肥料价格上涨和大量使用化肥造成环境及农产品污染等原因，人们开始重新重视微生物肥料的应用。可以说，目前我国微生物肥料行业的发展前景是前所未有的。但是，近几年来我国微生物肥料生产及应用曾经几起几落。所以每当回顾历史人们不禁要问，微生物肥料的发展前景如何？有人认为，微生物肥料要想在众多的商品肥料中占有一席之地，必须向产业化方向发展。

1. 必须建立微生物肥料原料基地

微生物肥料的生产,除了培养微生物所需的营养成分外,重要原料就是草炭。我国草炭储量大,但由于草炭加工技术落后,供应渠道不畅,许多微生物肥料厂家买不到符合质量要求的草炭。草炭颗粒过大,严重限制着我国微生物肥料质量的提高。因此,如能在草炭矿区投资建立具有先进设备的草炭加工厂,才可能为微生物肥料生产厂家提供高质量的草炭原料。所以,必须建立微生物肥料原料基地和供应系统。

2. 开发新的微生物肥料品种、进一步提高其质量

微生物接种剂的生产是微生物肥料生产的核心部分,不同类型的接种剂用途不一样。有些接种剂直接用于农作物或牧草种子接种,有些接种剂是生产复合微生物肥料的重要原料。目前,微生物肥料生产中存在的问题,一是接种剂品种少,二是质量不稳定。因为根际有益微生物与作物间有较强的选择性,对环境条件也有一定的要求,所以各类接种剂都应该有系列产品,才能满足不同地区不同作物的需求。

3. 发展微生物肥料加工工业

目前,我国微生物肥料加工工业十分落后,表现在设备简陋,工艺不完善和质量意识不强。许多微生物肥料存在的质量问题主要表现在:有效活菌数含量低,肥料颗粒硬度不够,破碎率高,含水率高等。微生物肥料加工行业处于微生物肥料产业化发展的第一线,只有加工行业得到发展,才能为市场提供大量优质的微生物肥料产品。微生物肥料加工行业的发展必须采用先进的生产工艺和设备,同时,企业管理者必须加强质量意识,建立质量控制体系及技术力量较强的生产队伍。

4. 抓紧研发生产微生物肥料专用机械设备

从国内许多企业来看,采用标准的发酵设备生产液体接种剂一般都能达到标准规定的技术要求。但使用现有设备来生产符合

质量要求的微生物复合肥，则难度很大。专用的微生物复合肥生产设备主要包括造粒设备及干燥设备等。只有专用设备的广泛采用，才能促进我国微生物肥料产业化水平提高。

5. 建立微生物肥料质量标准和管理体系

微生物肥料作为一种商品进入市场，必须接受质量监督和管理。农业部已于1994颁布了微生物肥料产品质量标准，对微生物肥料的技术要求和检测方法提出了具体规定。各企业生产的微生物肥料必须达到标准的指标，才算合格产品。为了加强微生物肥料的质量监督管理，农业部已建立“农业部微生物肥料质量监督检验测试中心”，并于1996年4月正式对外开展业务工作。微生物肥料质量管理工作刚刚起步，需要不断地完善。目前存在的问题是标准少，覆盖面小，许多微生物肥料产品没有可依托的行业标准。另一问题是许多企业没有完善产品标准或没有产品质量检验人员和必需的检验设备，产品未经检验就出厂。建立完善的微生物肥料质量监督检测体系，规范微生物肥料市场，限制伪劣产品生产。质量监督部门应有重点地扶持一些有条件的企业，推广出微生物肥料的名优产品，让名优产品占领市场。

6. 加强微生物肥料的科研、技术培训及推广应用工作

我国微生物肥料的生产应用已有几十年的历史，微生物肥料在农牧业生产中的应用效果已得到肯定。但除根瘤菌接种剂外，其他微生物肥料的作用机理并不十分明确，对微生物与植物之间的作用机理等方面都需要进行广泛的研究，才能科学地确定优良菌种和优质菌剂的技术指标，为生产优质菌肥提供理论依据。近年来，我国微生物肥料行业发展较快，一些企业质量意识不强，存在许多技术问题，农业部微生物肥料质量监督检验测试中心应在加强对企业的质量监督检验的同时，积极开展技术培训和技术服务工作，使我国的微生物肥料市场进一步规范，将有力地推动我国微生物肥料向产业化方向发展。

第二节 国内外微生物肥料的发展现状

一、农业发展现状与趋势

(一) 农业发展速度下降

第二次世界大战后,世界农业经历了50年代的快速增长和70年代的持续增长后,20世纪80年代至90年代初,农业生产增长速度下降,农业生产指数(含种植、畜牧业和农产品初步加工业)降到60年代的水平。导致世界范围农业发展速度下降的原因,一是自然灾害频繁,包括大范围的旱、涝及虫灾。例如1978—1993年中国平均每年的受灾面积为4519万公顷,其中成灾面积2196万公顷(约占全国耕地面积的22.7%),成灾面积中,水灾约占44.8%,旱灾占55.2%。又如非洲中北部广大地区70年代中期和80年代末以来的持续干旱,是导致这一地区农业生产长期低而不稳、粮食自给率较低的主要原因。二是农业投资不足。广大发展中国家由于初级产品出口价格暴跌等原因,经济困难,财政状况恶化,债台高筑,无力对农业基础设施进行大规模的投资,致使水利设施老化,年久失修,水土流失和沙漠化加重。近年,联合国开发署和世界银行等国际组织虽对发展中国家一些农业项目给予贷款扶持。但杯水车薪,不能从根本上解决问题。三是农业价格政策不合理。农业生产资料价格上涨过快,工农业产品价格剪刀差不断扩大,严重挫伤了农民的生产积极性。

(二) 发达国家和发展中国家农业发展不平衡性加剧

尽管从原始农业形成以来,世界农业发展就是不平衡的,一部分地区已进入农业发展的新阶段,另一部分地区却停留在前一发展阶段上。但自第二次世界大战以来,这种不平衡性在逐步加剧,主要表现在:占世界总人口22.2%、总耕地面积47.8%的发达国家已经实现了农业现代化,它们的农产品出现了过剩;而占

世界总人口76.8%、总耕地面积52.2%的发展中国家则不但没有实现现代化，而且在一定的区域内（如非洲）还存在着农产品的严重短缺，难以满足这些国家人口日益增长的消费需求。即使是多数已达到粮食自给或基本自给的国家，也仅仅是温饱型，其食物的营养结构水平较低，特别是蛋白质和脂肪的平均日摄入量远低于发达国家水平。

今后，由于现行的不合理的国际农产品贸易体制和世界农产品贸易的保护主义仍将继续有利于发达国家，加之发展中国家人口增长太快，以及高新技术率先在发达国家农业中推广应用等因素，发达国家与发展中国家农业发展不平衡状况将继续延续，甚至有可能进一步加剧。

（三）人口增长过快，对粮食等农产品需求压力日益增加

1992年，世界总人口达54.8亿，比1950年增长了29.6亿，其中发达国家在此期间人口增长4.37亿，占世界人口增长量的14.8%；发展中国家的人口增长25.27亿，占世界人口增长量的85.2%。其中人口增长最多的是亚洲，增加19.84亿，其次是非洲，增加3.31亿。发展中国家人口的高速增长，给粮食等农产品的需求带来巨大的压力。1992年，亚洲及非洲人均谷物产量分别为273.5千克和122.8千克，远低于世界平均水平356.3千克。中国自1949~1993年，全国粮食总产量增长了3.03倍，平均增长3.38%；但同时，全国总人口却增长了1.19倍，年平均自然增长率为18.82%，因而人均生产粮食仅从1949年的208.9千克提高到1993年的387.3千克，略高于世界平均水平。而非洲的粮食生产则大大落后于其人口的增长，人均生产粮食由1962年的186千克，降至1970年的170千克和1980年的151千克，1992年更降至122.8千克。

据联合国及世界银行预测，到2000年世界总人口将达到62.5

亿人，2025年将达到84.7亿人，2055年达93.2亿人。考虑到人民生活水平的提高，预计到21世纪前半期，世界农产品需求量将比1992年增长1.6倍，其中发达国家增长约60%，发展中国家增长12.4倍左右。

（四）农业资源缺乏，农业生态环境日益恶化

土地和淡水不仅是农业生产的基本资源，也是人类生存的基本条件。世界土地总面积为130.4万公顷，其中耕地及多年生作物用地占11.05%（耕地占10.33%），长期牧场占25.74%，森林和林地占29.61%，其他用地（包括居民点、道路等非农业用地，以及荒山和沙漠）占33.60%。20世纪60年代以来，世界耕地长期停滞在13亿~13.5亿公顷水平上，其原因有二：一是现有耕地被非农业用地占用而减少，二是新开垦的耕地面积增加不多。两者相抵，使世界耕地面积大体保持稳定。由于人口增长过快，世界人均耕地已由1950年的2.76公顷减至1971年的0.4公顷和1990年的0.27公顷；人均牧地则由2.95公顷减至0.81公顷和0.64公顷；人均林地亦相应地从1.82公顷减至1.1公顷和0.76公顷。今后耕地面积的扩大既受到后备资源的限制，又受到资金、劳动力、居住环境条件等因素的制约，而且大部分宜农荒地现在已经是牧地和林地，大规模开垦往往伴随着水土流失、沙漠化等生态环境问题出现。

全球年可利用的水资源总量约为40673千米³，由于其时空分布极不平衡，估计世界约有半数以上的人口面临缺水的威胁，特别是占世界人口30%~40%、耕地1/5的干旱半干旱地区，水资源尤为短缺。此外，山地丘陵区的水土流失，干旱区的沙漠化，森林减少，草原退化以及日益严重的农业环境污染（尤其是水污染）等等，都是困扰当前世界农业持续发展的重大问题。

（五）世界农业发展的潜力与前景分析

针对上述制约世界农业发展的入口、资源和生态环境问题，

70年代以来,与国际社会提出的“既能满足当代人的需求,又不对后代人满足其需求的能力构成危害”的可持续发展理论相接轨,持续农业成为21世纪世界农业的发展方向。持续农业的核心是要协调好农业发展同人口、资源和生态环境的关系,使其保持和谐、高效、优化、有序的发展,亦即是在确保农业生产和农产品产量获得稳定增长的同时,谋求人口增长得到有效控制,自然资源得到合理开发利用,生态环境向良性循环发展。关于持续农业的概念,据联合国粮农组织1991年4月在荷兰召开的农业与环境会议所发布的登博斯宣言(Den Bosch Declaration),持续农业的三个战略目标为:①积极增加粮食生产。②促进农村综合发展,开展多种经营,增加农民收入。③合理利用、保护与改善自然资源,创造良好的生态环境。美国学者R.R.哈沃德认为,持续农业有五个要素:①增加产品与就业,不断增加食品,满足人口增长需要。②提高农业生产率,提高资金、土地、生产、投入和资源利用率。③维持一个良好的环境与养分循环。④持久地保持资源开发能力。⑤农业以及相应的工业的合理分布与规模。70年代开始出现的有机农业、生态农业和超石油农业等均为持续农业的有益尝试。

当前,对21世纪甚至未来世界农业的发展问题,有两种截然相反的观点,一种是悲观论者,另一种是盲目乐观派。前者认为,地球上的土地、淡水等自然资源是有限的,现在已超负荷使用,因而地球生态系统平衡已经受到破坏;今后由于人口增加和人民改善生活的愿望,将使人均消费需求增长更快,以致地球上的资源将被耗尽。一些观点认为,随着科学的进步,人类在利用现有资源和开发新资源能力上都将极大地提高,因此,地球上可以养活的人口比现在的50多亿多几倍甚至10倍。显然,这两种极端的观点,不仅不符合当前世界农业现状,而且背离了1992年6月联合国环境与发展大会通过的《21世纪议程》中所提出的农业