

国家星火计划培训丛书



生物技术 在农业废弃物中的应用与实践

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

生物技术在农业废弃物上的 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(CIP)数据

生物技术在农业废弃物中的应用与实践 / 唐清池编

著. — 北京: 中国农业大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5655-1436-4

I. ①生… II. ①唐… III. ①生物技术—应用—农业
废物—废物处理 IV. ①X71

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第269346号

书 名 生物技术在农业废弃物中的应用与实践
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 3.25印张 84千字

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 农业废弃物概述	(1)
第二章 农业废弃物的来源、分类与危害	(6)
第一节 废弃物的来源、分类	(6)
第二节 农业废弃物的来源与分类	(8)
第三节 农业废弃物的危害	(8)
第三章 农业废弃物的处理技术	(15)
第一节 农业废弃物处理技术简述	(15)
第二节 分类处理技术——秸秆	(17)
第三节 分类处理技术——畜禽粪便及其他垃圾	(25)
第四节 分类处理技术——农产品加工后废渣	(29)
第四章 山西博亚方舟生物科技有限公司农业废弃物 生物处理技术应用案例	(32)
第一节 禽畜粪便生物处理的应用案例	(32)
第二节 农作物秸秆生物处理的应用案例	(43)
第三节 马铃薯淀粉渣生物处理的应用案例	(60)
第四节 山核桃皮生物处理的应用案例	(73)

第五章 农业废弃物生物处理的效益分析	(82)
第一节 农业废弃物生物处理的生态效益分析	(82)
第二节 农业废弃物生物处理的经济效益分析	(83)
第三节 农业废弃物生物处理的社会效益分析	(84)
第六章 前景展望	(87)
附件 山西博亚方舟生物科技有限公司简介	(94)

第一章 农业废弃物概述

我国农业废弃物在20世纪80年代以前量少而分散，几乎不存在农业废弃物污染环境的问题。随着农业生产水平和农民生产水平的提高，对原来用作燃料和肥料的农业废弃物的利用越来越少，因此农业废弃物越来越多。如，农作物秸秆被简单的烧掉严重污染大气环境；畜禽粪便乱堆乱排，对地表水、地下水、土壤、空气造成严重污染，对这些资源也造成严重浪费。21世纪是一个生态文明的世纪，人们把追求人与自然和谐相处的研究和实践活动推上当今社会发展主旋律的位置，进而成为全球性的时代潮流。它预示着人类即将进入一个崭新的文明时代，即生态文明建设时代。我国是一个农业大国，农业生产中的废弃物种类繁多，数量巨大，这些废弃物如不经妥善处理，将会对环境造成严重的污染。

有机废弃物是目前“三农”中面临的现实问题，因此，如何合理利用农业废弃物资源，真正实现农业废弃物变“废”为“宝”，对缓解我国能源压力，消除环境污染，改善农村生态环境，促进农业的可持续发展具有现实和深远的意义。

我国已成为世界上农业废弃物产出量最大的国家，其中农作物秸秆年产量已超过7亿t，折合成标煤约为3.5亿t，全部利用可以减排8.5亿t二氧化碳。秸秆综合利用率约为50%，每年约有30%的农作物秸秆被废弃或者进行焚烧，没有得到合理的开发和利用。锯末、刨花等林业废弃物16000t，畜禽粪便排放量134亿t，城市垃圾7万t以上。随着工农业生产的迅速发展和人口的增加，这些废弃物以年均5%~10%的速度递增。这其中大部

分废弃物被当作垃圾丢弃或排放到环境中，成为严重污染生态环境的污染源。主要表现在：①臭气、秸秆焚烧、温室气体排放，加剧了空气污染；②重金属和农药、兽药残留污染土壤，增加环境生物的耐药性；③农业“白色污染”严重影响土壤正常功能；④污水横流增加面源污染和水体富营养化；⑤病毒传播，疾病蔓延，尤其是人畜共患病等方面；⑥可利用资源极大浪费。

北京、上海两地猪场的调查资料表明，近年来，规模化养殖场的仔猪和产仔母猪的病死率一直居高不下，使用循环污染的地下水是主要原因。

规模化养鸡场也发现了同样的问题，近年来鸡的死亡淘汰率也呈现上升趋势，严重地影响了畜禽业自身的发展。

饮用水和健康安全受到严重威胁，65.4%的人口饮用不合标准的水，有48%的地表水源、20%的地下水源达不到标准。

淮河流域污染严重地区几年都检不出合格的义务兵，居民的肠道疾病率、癌症发病率（主要肝癌）及婴儿先天性畸变、畸胎的发生率比对照区有明显的增高。

畜禽粪尿及废水造成的水体、土壤和空气的严重污染，最终会导致畜禽传染病和寄生虫病的蔓延与发展。人畜共患传染病，其中较为严重的至少有89种，即可由猪传染的约25种。我国的固体废物污染防治工作总体上还处于起步阶段，基础设施薄弱，固体废物污染十分严重。我国固体废物的现状是，工业固体废物综合利用率稳中有升，综合利用率达到52.1%，垃圾年处理量7835万t，处理率达到58.2%。当前固废防治工作存在的突出问题主要有以下几方面。

1. 工业固体废物综合利用和处置问题突出，乡镇企业工业固废处置更是薄弱环节

据统计，全国堆积矿山固体废物占用或破坏土地达900km²，

其中2/3是耕地。农村固体废物污染问题日益严重。由于农业生产的集约化，畜禽粪便未经有效处理直接排入环境，严重污染空气和水体。农村的大量生活垃圾基本没有得到有效处理处置。

2. 农业废弃物逆向物流除具有一般的逆向物流的特点外，还有其典型的特点

(1) 数量大

我国是世界上农业废弃物产出量最大的国家，每年大约有45亿t。

(2) 分散性

我国地域辽阔，农村生产和生活比较分散，村落相互之间的距离近的几百米，远的几十公里；家庭是农村的基本生产单位和生活单位，因其分布地域广泛，从而导致农业废弃物逆向物流的分布面广、逆向物流服务对象的数量庞大，逆向物流规模普遍较小。

(3) 季节性和周期性

农业生产有着非常强的季节性，这就决定了农业废弃物逆向物流也具有较强的季节性，表现为在农产品成熟时，出现短时、较大的农业废弃物，而季节过后，农业废弃物迅速减小；畜禽生长出栏也都有一定的周期，这些导致农业废弃物逆向物流呈现较大的周期性和波动性。

(4) 差异性

由于不同地域、自然条件的差异，使得各地农副产品品种多样，生产方式各不相同，导致农业废弃物逆向物流的巨大差异性和多样性。

我国农业废弃物的产生量和危害仅仅是根据作物和养殖规模进行的粗略估算，没有一个准确的数据，必将带来农业废弃物逆向物流的盲目性，难以制订农业废弃物逆向物流的发展规划。

数以亿计的农业废弃物已经成为我国最大的污染和潜在资源

库。目前，人们对农业废弃物的双重性认识不清，多数学者关注的是农村正向物流、工业废弃物的逆向物流或者农业废弃物的开发利用技术，而很少有人关注农业废弃物的逆向物流。农村物流基础设施薄弱。我国农村物流基础设施建设仍然相当落后，主要表现在道路、运输工具、通信水平、商品储存保管水平上。这些都给农业废弃物逆向物流的发展带来了不便。

农业技术与装备落后。以投入领域为例，国内大部分资金投入了农业生产领域，进入流通领域的资金不足，不清楚农业废弃物产品开发的主攻方向，导致我国农业废弃物转化产品品种单一、质量差、利用率低、商品价值低，不能形成产业化，也就不能有效地转化农业废弃物，实现资源化利用。搬运方面，机械化水平低，设备数量有限，大多数靠人工操作，这无疑增加了发展农业废弃物逆向物流的成本。

农业废弃物是一类具有潜在利用价值的农业资源，是一种放错了地方的资源。农业废弃物的资源化利用是指通过一整套废物综合利用技术，使农业废弃物的循环再生利用成为连接农业生产不同环节的纽带，从而把种植业、养殖业和农产品加工业连成一个有机整体，成为完整而协调的大农业生产系统。因此，农业废弃物的资源化利用问题，就成为当今农业与农村可持续发展中的一个重要课题。

随着固体废物对环境污染程度的加重以及人们对环境污染越来越关注，《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中首先确立了固体废物污染防治的“三化”原则，即：“减量化、资源化、无害化”原则。其中资源化是指在企业生产过程中采取管理和工艺措施，在固体废物中收回物质和能源，以前一种产品的废物做后一种产品的原料，再以后一种产品的废物生产第三种产品，如此循环和回收利用既可使固体废物的排出量大大减少，还能使有限的资源得到充分的利用，满足良性的可持续发展要求。

目前，农业废弃物再利用技术发展重点是具有突出的性能特点、与高科技技术相结合，发展清洁、便利的能源，同时建立一套适合我国农业废弃物的再生利用的发展体系，为实现农业的可持续发展，推动循环农业做出贡献。

第二章 农业废弃物的来源、分类与危害

第一节 废弃物的来源、分类

一、固体废物的定义

固体废物是指在生产、生活和其他活动中产生，在一定时间和地点无法再利用而被丢弃的污染环境的固态、半固态废弃物。

固体废物是一个相对性的概念，也被称为“放错了地点的原料”。从一个生产环节来看，它们是废物，但是从另一个生产环节来看，它们往往又可以作为原料来使用。

二、固体废物的分类

1. 按组成

有机废物：以有机物为主要成分的废物。

无机废物：以无机物为主要成分的废物。

2. 按形态

可分为固体(块状、粒状、粉状)、液体和泥状的废弃物。

3. 按来源

有工业固体废物(废渣、废屑)、农业固体废物(秸秆、畜粪)、矿业固体废物(尾矿、废石)、环境工程废物(污泥、粉尘)、城市垃圾和放射性废弃物等。

4. 按危害性

有危险废物(具有毒性、易燃性、腐蚀性、反应性、传染性、放射性、爆炸性)、无害废物。

三、主要工业固体废物的来源和分类

1. 来源

矿业生产过程中，产生的废石、尾矿等；冶金生产、金属冶炼和加工过程中，产生的高炉渣、钢渣、铁合金渣、赤泥、铜渣、铅锌渣、镍钴渣、汞渣等。

2. 分类

能源方面：煤炭开采和使用时产生的煤矸石、粉煤灰、炉渣等。石油开采与加工时产生的油泥、焦油页岩渣、废催化剂、硫酸渣、酸渣碱渣、盐泥、釜底泥等。

轻工方面：食品、造纸等加工过程中产生的废果壳、废烟草、动物残骸、污泥、废纸、废织物等。

其他方面：有金属碎屑、电镀污泥、建筑废料等。

四、城市垃圾的产生和分类

①城镇居民生活过程中产生的食品废物、生活垃圾、粪便、炉灰及某些特殊废物。

②仓库、餐馆、商场、办公楼、旅馆及各类商业与维修业活动产生的食品废物、炉灰，某些特殊废物、偶尔产生危险的废物等。

③公共地区如：街道、小巷、公路、公园、游乐场、海滩及娱乐场所产生的垃圾及特殊废物。

④城市建设如：居民楼、公用事业、工厂企业、旧建筑物拆迁修缮等产生的建筑渣土、废木料、碎砖瓦及其他建筑材料等。

⑤水处理厂如：给水与污水、废水处理厂产生的污泥等。

⑥放射性固体废弃物：在开矿、矿石加工、制反应堆燃料、核武器燃料、医疗等过程中产生的污化产物、制造和使用放射性产品产生的放射性废弃物。

第二节 农业废弃物的来源与分类

农业废弃物 (agricultural residue), 是指在整个农、林、牧、渔业等生产及日常生活过程中产生的植物残余类废弃物, 畜牧渔业生产过程中产生的动物类残余废弃物, 农业加工过程中产生的加工类残余废弃物和农村城镇生活垃圾等。通常我们所说的“农业废物”主要指农作物秸秆和畜禽粪便。

1. 按成分分类

可分为植物纤维性废弃物和畜禽粪便。

2. 按来源分类

①农田和果园残留物, 如作物或果树的秸秆或枝条、杂草、落叶、果实外壳等、农副产品加工后的剩余物。

②牲畜和家禽的排泄物及畜栏垫料等。

③动物类废弃物 (牧、渔业生产过程中产生的残余物)。

④农村居民生活废弃物, 包括人类粪便、生活垃圾和生活污水等。

第三节 农业废弃物的危害

农业废弃物包括集农村和城镇居民的生活垃圾, 集约化养殖业产生的畜禽粪便和种植业产生的秸秆。目前, 我国是世界上农业废弃物产出量最大的国家, 过去, 我国农民将农业废弃物作为有机肥使用, 在促进物质能量循环和培肥地力方面发挥了巨大的作用。但是, 随着市场经济的发展, 农业废弃物转化为有机肥料面临一系列新的问题和严峻的挑战。一方面, 废弃物成分发生了很大的变化, 同时, 种植业逐渐转向省工、省力、高效、清洁的栽培方式; 另一方面传统的有机肥料积、制、存、用技术已经不能适应现代农业的发展。因此, 农业废弃物不再受欢迎, 成为严

重污染生态环境的污染源。

农村和城镇居民的生活垃圾成分主要是厨房废弃物（废菜、煤灰、蛋壳、废弃的食品）以及废塑料、废纸、碎玻璃、碎陶瓷、废纤维、废电池及其他废弃的生活用品等，组成十分复杂。农村和乡镇生活垃圾在成分和性质上基本与城市生活垃圾相似，只是在组成的比例上有一定区别，有机物含量多，水分大，同时掺杂化肥、农药等与农业生产有关的废弃物。这些废弃物比较分散处理难度大，再者没有足够的重视和相应的技术手段，所以这些废弃物造成的危害远比城市大得多。

我国自改革开放以来，随着人民生活水平的提高和饮食结构的巨大变化，畜禽产品在饮食结构中所占比重逐渐增大，因此，农村副业发展迅速，特别是畜禽养殖业。畜禽养殖业由庭院式向集约化、规模化、商品化方向发展。随着畜禽养殖业规模的不断扩大，畜禽数量的增多，在解决人类肉、蛋、奶需求的同时，不可避免地带来畜禽养殖废弃物的急剧上升。畜禽养殖废弃物主要为粪便、伴生物和添加物。其中粪便为主要污染物，占整个排放污染物的比重较大。

大量畜禽粪便污染物不但不能被充分利用，有些还被随意排放，从而对我国生态环境形成了巨大的压力，使得水体、土壤以及大气等环境受到了严重的污染。

目前，我国已成为世界上最大的肉蛋生产国，猪肉、禽肉、鸡蛋产量均位居世界第一。2002年，我国畜禽粪便产生总量约41亿t，是工业固体废弃物产生量的4.1倍，其中1/3产自集约化养殖场，预计2015年将达到60亿t。我国规模化畜禽养殖场，基本都建于对居民产生环境影响的区域范围内，一些地方的规模化畜禽养殖场甚至就建在居民区内。2007年我国农业面源污染物的化学需氧量（COD）排放量为1325.09万t，占COD排放总量的43.7%，总氮（TN）、总磷（TP）排放量分别为270.46万t和