

现代绿色实用技术丛书

之二

现代绿色化学技术

吕选忠 编著

XIANDAI

LUSE HUAXUE

JISHU

中国环境科学出版社

现代绿色实用技术丛书之二

现代绿色化学技术

吕选忠 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

现代绿色实用技术 / 吕选忠主编. —北京: 中国
环境科学出版社, 2005.10
ISBN 7-80209-217-5

I. 现… II. 吕… III. 无污染技术 IV. X38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 111295 号

内容简介

本书是《现代绿色实用技术丛书》之二。

本书环绕现代绿色化学的根本涵义和任务, 详细地介绍了绿色化肥、绿色农药的发展、生产和使用技术情况, 介绍了农业秸秆的综合利用技术、废塑料的回收和再利用技术、污泥的处理及城市垃圾的处理和处置技术。本书内容丰富、技术性强, 有不少专利技术的介绍, 很有指导和实用意义。

本书可作为中高级科技人员科研参考书和高等院校相关专业的教学参考书。

责任编辑 刘大激

出版发行	中国环境科学出版社 (100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号) 网 址: http://www.cesp.cn 电话: 010-67112765
印 刷	北京东海印刷有限公司
经 销	各地新华书店
版 次	2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月第一次印刷
印 数	1—3 000
开 本	850 × 1168 1/32
印 张	8.875
印 数	230 千字
定 价	全丛书 3 册共计 35.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

目 录

引 言	1
第一章 绿色肥料	11
第一节 肥料的发展趋势	12
一、异彩纷呈的肥料品种	12
二、控释肥料	19
第二节 微生物肥料的概念与发展状况	24
一、微生物肥料的概念	24
二、微生物肥料的发展状况	25
第三节 微生物肥料的种类和增产原因	34
一、硅酸盐细菌	34
二、固氮菌	35
三、磷细菌	38
四、根瘤菌	41
五、微生物肥料的增产原因	42
第四节 应用实例——多元生物有机肥系列产品的研制	43
一、多元生物有机肥的主要特点	44
二、多元生物有机肥产品介绍	44
三、多元生物有机肥营养基础	48
四、多元生物有机肥配方设计构想	51

第二章 绿色农药	65
第一节 农药的分类.....	66
第二节 化学农药的危害与绿色农药的展望.....	67
一、化学农药的危害.....	67
二、绿色农药的开发与展望.....	69
第三节 绿色无公害农药.....	72
一、微生物农药.....	73
二、植物源农药.....	79
三、基因工程农药.....	81
四、化学合成类农药.....	82
五、半合成生物农药.....	83
六、激素与信息素.....	85
第四节 应用实例.....	
——生物杀菌剂的研究与开发.....	86
一、生物杀菌剂概述.....	86
二、生物杀菌剂的生产条件.....	89
三、生物杀菌剂的经济与社会效益.....	90
第三章 秸秆综合利用	91
第一节 秸秆概述.....	92
一、秸秆产量与物质组成.....	92
二、秸秆粗纤维营养评述.....	96
三、秸秆的利用.....	99
第二节 秸秆处理方法与技术利用模式.....	100
一、秸秆处理方法.....	101
二、秸秆综合利用技术模式.....	115
三、秸秆综合利用举例.....	126
第三节 秸秆利用存在和注意的问题.....	128
一、秸秆利用存在的问题.....	128

二、秸秆利用需要注意的问题.....	132
第四节 应用实例	
——秸秆生化饲料的研制	132
一、秸秆生化饲料项目研究概述	133
二、调研与确定研究方案	134
三、生化饲料实验室小试	138
四、生化饲料小试成果	140
五、生化饲料中试生产工艺的确定	141
六、项目创新点	143
 第四章 可降解塑料合成及废塑炼油	144
第一节 可降解塑料的分类及发展趋势	145
一、可降解塑料的分类	145
二、可降解塑料的发展趋势	156
第二节 可降解塑料的产业化发展方向	158
一、可降解塑料的开发	158
二、可降解塑料的产品类型	159
第三节 可降解塑料的主要应用领域	160
一、国际上的应用概况	160
二、中国的应用领域	160
第四节 应用实例	
——废弃塑料生产汽油和燃油技术研究	162
一、项目提出的背景、意义与可行性	162
二、废塑炼油的科学原理	165
三、国内外废塑炼油技术的研究与发展	171
四、项目主要建设内容	174
五、市场预测与经济效益分析	177
六、项目创新点	179

第五章 污泥处理	181
第一节 国内外污泥的处理概况.....	182
一、国外污泥处理	182
二、我国污泥处理	183
第二节 污泥的处理方法.....	187
一、污泥处理方法分类.....	187
二、污泥稳定化及其方法.....	188
第三节 污泥的来源与成分	190
一、污泥的来源	190
二、污泥的成分	191
第四节 污泥堆肥.....	197
一、堆肥的基本原料	198
二、堆肥的基本原理和工艺.....	199
第五节 应用实例	
——污泥堆肥研究.....	210
一、污泥厌氧发酵堆肥.....	211
二、污泥好氧发酵堆肥.....	218
三、污泥制肥	230
第六章 城市垃圾处理	233
第一节 国内外垃圾处理概况.....	233
一、国外有关垃圾的法规与收税.....	234
二、国外垃圾分装与资源利用.....	235
三、国外生活垃圾处理方法.....	236
四、中国垃圾的处理方法.....	236
第二节 城市垃圾的来源、成分和危害	240
一、垃圾的来源	240
二、垃圾的成分	240
三、垃圾的主要危害	242

第三节 垃圾处理的主要方法	243
一、焚烧法.....	243
二、卫生填埋法.....	252
三、堆肥法.....	254
四、综合利用法.....	254
第四节 应用实例	
——城市生活垃圾的资源化与产业化模式	255
一、合肥模式.....	255
二、深圳模式.....	259
三、北京模式.....	260
四、重庆模式.....	261
五、大庆模式.....	262
参考文献.....	264

引 言

现在,我国社会的主要问题之一是三农(农业、农村、农民)问题。其中一个很具体的问题是农业的四大污染,即化肥、农药、秸秆、废农膜对环境造成的污染。同时,由于城市人口的膨胀,城市的垃圾不但数量大,而且处理也难,城市的污水污泥的数量也在逐年增大,特别是污水厂的污泥一般都没有很好的处理。这些,都是急需要解决的环保问题,它关系到我国人民的健康,关系到我国社会、经济的可持续发展。

随着人口的增加,粮食的需求量不断增加,因此化肥、农药等使用量也相应增加,这样就加剧了环境污染,环境污染又危及了人类自身的健康和生存。我国是世界第一人口大国,也是第一农业大国,所以我们面临的忧患尤为突出。

到2001年底,全国农作物播种面积为1.56亿 hm^2 ,约合23.4亿亩,化肥使用量为4146万t(按100%含量计),其中尿素施用量为3000万t,复合肥施用量为2500万t,其它肥料(如有机肥、生物肥等)施用量为300~400万t。据统计,1984—1994年的10年时间里,我国的化肥使用量增加了近一倍,而粮食产量仅增产9.1%;每公顷平均施用化肥约400kg(亩均26.6kg)欧美平均每公顷225kg(亩均15kg),相比多用了77%,即达到了世界平均量的1.6倍,氮量损失率达45%以上,相当于每年白扔200多亿元。

农药有一千多个品种,施用量达到二十多万t,有的甚至是违禁农药,一些化学污染物进入食物链难以消除。例如北京农产品市场抽查结果表明,有18%的农产品的有害残留物超过国家标

准, 其中食品超标占 33%, 蔬菜超标占 20%, 水果超标占 18.7%, 肉类超标占 17.6%。

我国农作物秸秆约 6.5 亿 t, 全国平均利用率约 40%, 大多数未经利用, 其中相当一部分焚烧掉了, 造成对环境和大气的污染, 有的地方季节性污染相当严重。例如 1997 年 4 月, 成都双流国际机场因周围农民大量焚烧麦秆, 浓烟笼罩, 能见度极低, 机场两度被迫关闭。1997 年 9 月, 石家庄市也因焚烧秸秆浓烟蔽日, 机场、高速公路被迫关闭, 并使呼吸道病和眼疾病者叫苦不迭。

我国农用塑料每年使用量约 200~250 万 t, 大多数不是绿色农业用膜。作为绿色农业的农膜是指可降解新型农膜, 主要有以下几种:

蓝色膜, 保温性好, 透光率高于普通膜。用于水稻育秧可使其苗壮、根多、成秧率高。用于蔬菜、花生、棉花、草莓和马铃薯等作物覆盖, 对提高产量和优化品质有明显的作用。

黑色膜, 能有效防治杂草, 但增温性能不如透明膜。主要用于多草地区。

绿色膜, 绿色光增加, 其它光的透过率减少, 抑制杂草生长。

银灰色膜, 具有反射紫外线、驱避蚜虫的作用, 也有保持水土和除草的作用。

银色反光膜, 具有隔热、反射阳光和降低地温的作用, 用于果园覆盖。

银黑双面膜, 具有降低地温、保水、灭草等作用。

降解膜, 是针对废弃农膜造成的“白色污染”而研制的。降解膜可分为光降解膜、生物降解膜及光和生物联合降解膜等多种形式。凝胶淀粉与乙烯共聚物生产的吹塑农膜, 已占美国农膜用量的 20%。我国在淀粉膜和草纤维膜的开发研究方面, 取得了重大进展, 已研制出样品。

无滴膜, 是将无滴助剂加入聚乙烯的农膜中, 增加农膜的表

面活性，提高聚乙烯的临界表面张力，从而使聚凝在大棚内的微粒水珠分开，形成一层极薄的透明水膜并顺着膜壁向下流入地面，起到防雾的目的，减少光的反射、散射，提高了透光率和棚内温度，使膜内水滴不再落到作物上，避免作物腐烂。

我国农产品相当一部分存在质量问题。以蔬菜为例，种植面积超过 93 万 hm^2 ，年产量超过 3.2 亿 t，人均占有量超过 300kg。据北京农产品市场抽查结果表明，18%的农产品有害残留物超过国家标准，29%的农产品亚硝酸盐超标，蔬菜的不合格率达到 47%。

农产品不合格主要是亚硝酸盐、有毒有害元素和农药残留超标。原因如下：

过量施用氮肥，引起土壤中硝酸盐的累积，造成亚硝酸盐累积超标，无公害产品规定亚硝酸盐含量 $\leq 4\text{mg/kg}$ ；水和土壤中 Cd、Hg、As、Pb、Cr 等有毒有害金属或非金属元素超过国家标准，国家标准已予限量；空气中污染物达 100 多种，对总悬浮颗粒（TSP）、 SO_2 、 NO_x 的浓度作了限定；农药残留超标已采取措施；禁止使用的化学农药：其中有机类有六六六、DDT、三氯杀螨醇等 8 种；有机磷类有甲胺磷、乐果等 35 种；氨基甲酸酯类有包括呋喃丹、速灭威等 5 种；熏蒸剂有二溴乙烷、氯化钴等 4 种及其它杀虫剂 19 种，共计 71 种。

如何走出怪圈，摆脱困境，只有走绿色科技、生态农业和可持续发展道路，历史的今天，给广大科学工作者带来了新的任务和契机。

绿色化学（Green Chemistry）又称环境无害化学（Environmentally Benign Chemistry）、环境友好化学（Environmentally Friendly Chemistry）、清洁化学（Clean Chemistry）。最早提出绿色化学概念的是美国人，美国化学学会会长安德森称绿色化学是“眼光放在了流程终端控制废物之上。它要求我们注视化学生产的整个生命周期，去创造和选用新的生

产方法，能更有效地生产出有用的产品，而尽可能地减少废物或者没有废物。”朱清时院士和闵恩泽院士等中国科学家把这一概念引入到中国。

化学在农药、聚合物、材料科学、去污剂、石油添加剂、水处理、废物处置等方面的应用和开发都对我们生活质量的改善和提高作出了贡献。但这些进步都伴有负面影响——环境污染。通过建立和发展绿色化学的概念对付污染问题，也就是通过现有和开发的新技术，解决环境污染问题与致力于开发对环境无害化和无污染的生产工艺及其产品。

随着生产的发展及人类环保意识的增强，绿色化学正发展成为化工生产的主流战略。据杜邦公司副总裁特帕说，在未来 25 年内，绿色化学的科研和生产将集中在以下几个方面：

- (1) 减少排放和产生废物，目标是零排放；
- (2) 提高材料、能源和水的使用效率，大量使用再生材料，更多地依靠可再生资源；
- (3) 更安全的流程、分配和产品；
- (4) 通过诸如生命周期评价之类的手段，减少污染对总系统的影响；
- (5) 为提取的每个单位资源创造更多的消费价值和社会价值；
- (6) 用绿色化学的方法或产品去改变社会生活。

绿色化学将成为可持续发展的核心战略之一，随着时间的推移和技术的进步，它将不再是一种奢侈品。一些国际大公司正在积极地研究开发绿色技术，显然这对环境和企业都有利。

绿色化学的基本涵义就是实现整个化学领域的绿色化。

绿色化学的基础科学是研究生物质的结构与转化过程中的化学问题。

绿色化学的根本任务就是促进生物质转化的速率和效率。例如：酿酒就是一种利用微生物进行发酵把淀粉和纤维素变成酒精（乙醇）的过程。现在的问题是如何使这些淀粉或纤维素高效率、

高速率地转化为酒精，既可作为能源，又可以作为饮料。

绿色化学研究的任务之一是不使用自然生态系统不能接受的物质，如化肥、化学农药、不能降解的塑料等，研究和创造出自然生态系统能够接受的新物质。如对环境友好的肥料、生物农药、可降解塑料等。

任务之二是修复破坏了的自然环境，维系生态平衡，如城市污水污泥的无害化处理，各种环境污染的治理，生活垃圾的综合处理，减少化肥、农药的使用量等都属于这个范畴。

任务之三是加快生物质循环中各个环节能量和物质转化的速率和效率。

总之，绿色化学就是解决人类所急需解决的化学问题，最终实现造福人类。

由此不难看出绿色化学是一个很重要领域，它进行生态农业、环境保护及农副产品（特别是绿色食品、无公害食品）深加工方面的基础研究、应用研究和新产品开发以及实现产业化。

为了适应绿色科学技术的飞速发展步伐，1998 年中国科学技术大学成立了“中国科学技术大学绿色科学技术中心”。该中心在全国率先开出了《绿色化学》等课程，并成立了中国科学院选键化学研究开放实验室、生物质洁净能源实验室及绿色化学研究室等。中国科学技术大学全校有 6 个系 40 多位教授在从事相关领域的研究，先后分别在合肥、广州、济南等地召开了五届国际性的绿色化学科技研讨会，一大批基础理论与应用研究项目正在研究与开发之中。

此外，全国还有很多大专院校与科研机构的某些研究组也在研究与绿色化学有关的问题。

生态农业 它是可持续发展的一个重要方面，也符合环保与生态的需要。为了实现农业可持续发展，必须要一系列的农业高新技术作为支撑，这样才能为生态农业提供技术保障。

生态农业是生态工程在农业生产实践中的应用，它是总结传

统农业的生产经验，并根据经济生态学原理和系统工程的优化方法而进行的新型农业发展模式。

具体地说：有效地运用生态系统中生物群落的共生原理，多种成分间的相互协调和互补的功能原理，以及物质和能量多层次多途径的利用和转化原理，建立起来的能够合理利用自然资源、保持生态稳定和持续高效发展的农业就称之为生态农业。

生态农业的目的是：提高太阳能的利用率、生物能的转化率、农副业废弃物的再生循环利用率，因地制宜地充分利用自然资源，使农、林、牧、渔、加工等各行业得到协调健康地发展（见图 1 和图 2）。菲律宾有一个典型的生态农场叫马雅农场，它是由庄稼地、猪场、牛场、饲料加工厂、沼气厂、农牧产品加工厂和污泥处理池及养鱼池等组成，农场的废弃物在循环过程中得到了充分、有效地利用（见图 3）。除了将有关资源（包括废弃物资源）进行综合利用外，生态农业还须减少化肥与农药的使用量，将环境污染减少到最低限度，使农业与环境协调发展。因此生态农业是今后农业的发展方向。

图 3 表明，该农场每年可生产 1 200t 饲料原料和可供灌溉的肥料水及 66 万 m^3 沼气。沼气可满足农场工业生产中动力消耗的 60% 和生活等能耗的 100%，使生物能得到充分的利用。肥料等植物养分可以还田，控制了庄稼废弃物和人畜粪便对大气和水体的污染，完全实现了能源等资源的综合利用及物质和能量的闭路循环。国内外专家学者对生态农业的内容提法各有不同，但是，主要指多色农业技术，包括绿色、蓝色和白色农业技术。

（1）绿色农业 主要是指生态农业技术和可持续发展技术，也就是说对环境无害化或对环境友好的技术。它利用现代科学技术知识，从调整和优化农业结构入手，充分利用资源，实现高效的物质能量循环和深层次的加工与转化，保持人口、环境、生态与经济的协调发展。当前绿色农业主要有四大领域：肥料、农药、农膜和秸秆综合利用。

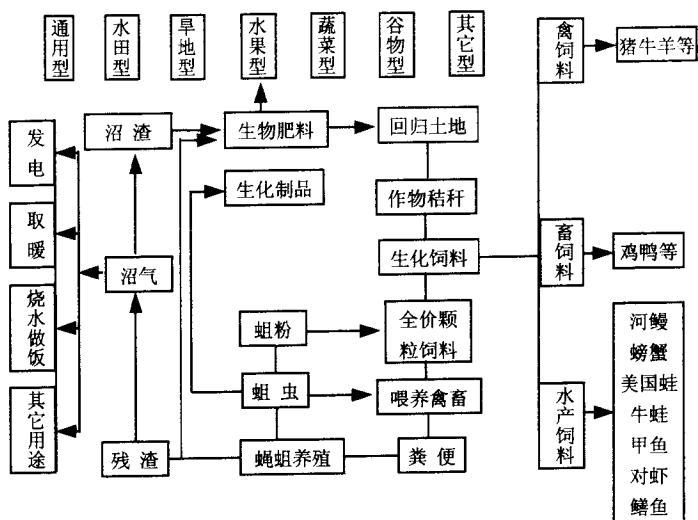


图1 沼气、微生物肥、生化饲料与蝇蛆养殖生态循环利用示意图

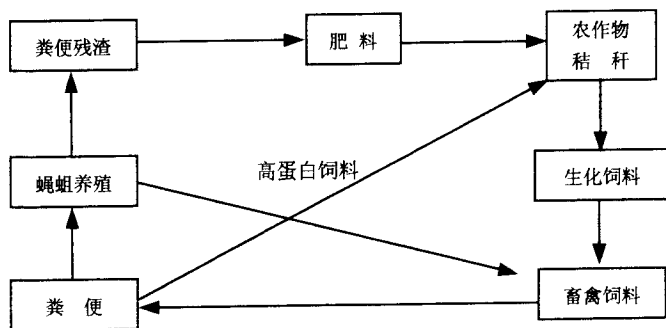


图2 蝇蛆养殖、肥料、生化饲料生态循环利用示意图

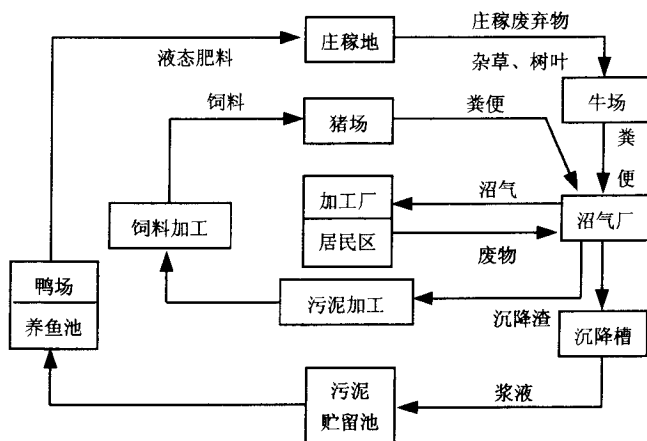


图3 马雅农场的废弃物生态循环利用途径示意图

引自何强等编著《环境学导论》，清华大学出版社，1994

(2) 蓝色农业 主要指水产品和水体农业，特别是海洋水产品养殖和深加工。

(3) 白色农业 作为一类综合的技术群在农业高新技术领域中占有重要的位置，其实质就是微生物技术在农业资源产业化方面的应用，包括微生物饲料、微生物肥料、微生物农药、微生物能源、微生物生态环境清洁剂、微生物食品、食用菌等。实行白色农业可带动农业三个结构的调整：一是由植物、动物资源组成的“二维结构”传统农业，调整为由植物、动物、微生物资源组成的“三维结构”新农业；二是由陆地生物资源的开发利用，调整为向海洋水生生物资源的开发利用进军，创建陆地、水域并举的新农业；三是由自古以来“人畜共粮”的历史传统，调整为“人畜分粮”的农业新模式。

实现白色农业的意义主要体现在：

- 白色农业是使传统农业走出困境的必由之路。它符合“21

世纪议程”的两大原则：一是可持续发展战略；二是与保护生态环境相协调。白色农业，将由植物、动物资源组成“二维结构”的传统农业，调整为植物、动物、微生物资源组成的“三维结构”的新农业，就是实现生物资源良性循环、综合利用的新型农业。

●白色农业是解决粮食紧缺的有效途径。白色农业的主题是开发微生物食品、饲料和其它产品，据联合国统计，如减少 10% 的畜牧业饲料用粮，就能养活全球人口 26 个月。

●白色农业是 21 世纪农业产业的旗帜。

农业高新技术有着丰富的内涵。从较高层次上概括及技术构成的内容看，可将农业高新技术分为三大类：即现代生物技术，现代工程高新技术和现代管理高新技术。具体来讲，农业高新技术至少应包括 6 个领域：农业生物技术、信息农业技术、核与辐射农业技术、设施农业技术、多色农业技术、移植及常规技术组装修配套。

农业生物技术 它是定向地、有目的地进行农业生物遗传改良和创新的一门高新技术，包括基因技术、细胞技术、酶技术和发酵技术等。应用这一技术可以不断为农业生产提供新品种、新方法、新资源。如细胞工程技术中的试管育苗快繁和茎尖培养脱毒技术，是利用植物任一部分细胞所具有的全能性，经人工培养、处理、发育成一个完整个体的技术。如香蕉、柑橘、草莓、西瓜、甘薯、马铃薯脱毒试管已大规模推广，取得显著效益。

信息农业技术 它主要包括农业决策支持系统的研制与开发、农业信息化技术、农业资源管理与监测专家系统研制、专业实用技术信息系统及专家系统的研制，全国共享的农业经济、资源和科技信息网络等。

核与辐射农业技术 它是农业高新技术的一个重要领域，为农作物品种改良创造了一个技术手段，为农副产品的延贮、保鲜开辟了一条新的有效途径，为解决一些重大农业技术问题提供了新方法。农产品辐射延贮、保鲜是继热处理、脱水、冷冻、化防