

土壤有机质 提升

TURANG YOUJIZHI TISHENG

农业部种植业管理司
全国农业技术推广服务中心



中国大地出版社

土壤有机质提升

农业部种植业管理司 编
全国农业技术推广服务中心

主 编：胡元坤 栗铁申
副主编：许发辉 高祥照 王金等
编 者：杨 帆 杜 森 徐晶莹 马常宝
仲鹭勍 张继宗

中国大地出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤有机质提升/农业部种植业管理司, 全国农业技术推广服务中心编.

—北京: 中国大地出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 80097 - 955 - 2

I. 土… II. ①农…②全… III. 土壤有机质—研究
IV. S153. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 090146 号

责任编辑: 卢晓熙

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010—82329127 (发行部) 010—82329008 (编辑部)

传 真: 010—82329024

网 址: www. chinalandpress. com 或 www. 中国大地出版社. 中国

印 刷: 北京郎府花园印务有限责任公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13. 75

字 数: 312 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版

印 次: 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 1000 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80097 - 955 - 2/F · 214

定 价: 32. 00 元

版权所有 · 侵权必究

目 录

我国有机肥料资源与利用现状分析	马常宝(1)
我国堆肥及有机肥生产技术及问题分析	
——来自长期定位试验和堆肥培训的一些分析	李 季 等(19)
可持续蔬菜生产中的有机肥管理	陈 清 等(26)
我国生物有机肥的发展现状及展望	沈德龙 等(40)
畜禽粪便与秸秆有机肥研究现状及发展趋势	范丙全(47)
不同有机肥对蔬菜品质及其根系土壤性质的影响	吴景贵 等(56)
国外有机肥资源管理的经验与启示	李彦明 等(69)
推广商品有机肥料 提高耕地土壤质量	朱 恩 等(73)
商品有机肥加工使用技术与推广措施	贾小红 等(79)
长期定位施用不同种类有机肥对作物产量及潮土理化性状的影响	李科江 等(98)
安徽省有机肥利用现状分析及激励机制探讨	钱国平 等(104)
甘肃省有机肥料种类与资源量探析	崔增团(109)
吉林省有机肥发展的现状、问题及对策	王剑峰 等(115)
河南省有机肥资源利用状况及存在问题	申 眺 等(120)
江西省有机肥发展现状及对策	周志成 等(124)
生物有机肥在蔬菜上的应用研究现状及展望	陈燕丽(130)
广东省有机肥料资源利用现状与对策	梁友强 等(135)
江苏省有机肥料产业化发展现状与展望	张 莹(141)
秸秆覆盖对旱地土壤水分的影响	赵小凤(148)
贵州省有机肥料资源及利用技术模式	唐志坚 等(152)
综合利用 创新发展	
——湖北省有机肥料资源利用现状与发展对策	陈传友 等(165)
湖南省有机肥建设现状与发展对策	危长宽 等(172)
黑龙江垦区耕地土壤肥力变化情况	董桂军 等(180)
有机肥料在农业生产中效应评价	顿志恒(187)
不同稻秆还田量对土壤肥力的影响	刘逊忠 等(196)
旱地玉米秸秆覆盖对土壤肥力与玉米产量的影响	赵建明 等(201)
有机肥生产设备选型	马志光(206)
云南省有机肥料利用现状和发展趋势	黄兆贞(209)

我国有机肥料资源与利用现状分析

马常宝^① 杨帆 高祥照

我国农业生产使用有机肥料历史悠久,早在春秋战国时期就有“百亩之粪”(《孟子·万章下》)、“地可使肥,多粪肥田”(《荀子·富国篇》)、“用兽骨汁和豆其作肥料”(前汉《泛胜之书》)等记载,这足以证明我国使用有机肥料的历史。我国古代农民十分注重有机肥料技术的开发研究,创造了有机肥料积造腐熟技术等,《齐民要术》中记载了“踏粪法”,明代《宝坻劝农书》中记载了“蒸粪法、煨粪法、酿粪法”等六种积造肥料方法。同时,古代农民还特别重视施肥技术,陈旉《农书》指出“用粪得理”,提倡科学用肥,清代杨双山《知本提纲》提出了时宜、土宜、物宜等三宜原则,还强调用基肥(又叫胎肥)、追肥(又叫接力肥)和种肥(洩种法)等。在过去相当长的一段历史时期内,有机肥料在我国农业生产中占着绝对的主导地位,并随着我国农业生产的发展而不断地演变,满足不同历史时期人民生活需要。

新中国成立以后,党和政府十分重视肥料工作,号召广辟肥源,大力积造有机肥料,发展化肥生产,科学施用肥料,我国的肥料行业迅速发展。在此期间,有机肥料应用数量、比例和利用方式都发生了显著的改变,大致可为三个阶段:第一阶段(1949~1980年),有机肥料占主导地位:农民沿用传统的种田方式,大量积造有机肥料,化肥工业起步,有机肥料占主导地位,1949年有机养分投入量占总养分投入的99.73%,以后逐年下降,但仍在农业生产中发挥着主要作用,到1980年,有机养分投入所占比例下降到50%左右;有机利用方式主要是传统的农家积造方式。第二阶段(1980~1995年),有机无机肥料并重阶段:化肥工业迅速发展,有机肥料主导地位逐步削弱,有机养分和无机养分贡献基本相当,有机养分的投入比例为40%~50%,但利用方式已经发生了一些变化,出现一些规模化处理有机肥料资源的方式。第三阶段(1996年至今),有机肥料占配角地位:有机肥料由于受处理方法、施用条件等因素的限制,投入比例逐年下降,而这一阶段恰恰是化肥工业迅猛发展的阶段,无机养分的投入已经占绝对的主导地位,有机养分的投入比例只占30%左右,但到了20世纪末期,我国注重耕地的用养结合,可持续利用,推行“无公害农产品”行动,提倡发展“无公害农产品”、“绿色食品”和“有机食品”等,有机养分投入比例基本稳定在30%以上。各级政府对有机肥料工作开始重视,国家实施了有机质提升试点补贴工作,部分地方实施商品有机肥料补贴政策,绿肥种植补贴政策等;国家也加

^① 马常宝,全国农业技术推广服务中心,土壤肥料技术处,农艺师,主要从事有机肥料研究和推广等工作。

大了一些有机肥料利用基础设施的建设,实施“沃土工程”、“沼气工程”等,为促进有机肥料的利用提供了基础。有机肥料利用也出现了一些新的变化,出现了秸秆腐熟还田技术、秸秆免耕还田技术、农家肥集中堆沤技术、沼气肥综合利用技术、畜禽粪便无害化处理技术、有机肥料工厂化技术、有机无机肥料生产技术等。这些都极大的促进了我国有机肥料资源的综合利用。

一、合理开发利用有机肥料资源的意义

有机肥料资源富含丰富的有机质、氨基酸、蛋白质、胡敏酸等有机养分,同时也含有氮、磷、钾等无机养分,是重要的农业生产资料,在我国农业发展过程中一直发挥着重要的作用。特别是在当前生态环境逐步被破坏、能源危机逐步显现、资源逐步枯竭的情况,而农业发展又逐步转向追求“高产、高效、优质、安全、生态”的情况下,合理地开发和利用有机肥料资源,对于满足和促进我国现代农业的发展具有重要的、不可替代的作用。

(一) 是培肥地力,促进农业可持续发展的有力保障

耕地是农业生产的基础,实现耕地用养结合,科学培肥地力,是发展可持续农业的前提。特别是在现阶段,我国农业生产向集约型转变时期,农业生产的保障主要是依赖耕地作为基础时,合理地利用耕地资源,实现耕地的用养平衡,才能真正实现农业的可持续发展。有机肥料是一种完全肥料,养分较全,含有作物需要的各种无机养分,还能为土壤微生物活动提供必要的营养物质和能源,重要是它含有丰富的有机质、腐殖酸等有机养分,对于改良土壤结构,调节土壤、空气、水分等固、液、气项比,土壤有机质的积累,土壤微团粒结构的形成,土壤理化性质的改善等方面都具有良好的作用,因此,有机肥料在培肥地力,促进农业可持续发展过程中发挥着十分重要的作用。

(二) 是改善品质,提高农产品安全的有效手段

随着人民生活需求的不断提高,我国农业生产的发展正逐步从单方面追求高产向“高产、高效、优质、生态、安全”的综合方向转变,农产品安全成为人民关注的焦点。但现阶段,由于不合理的生产行为,种植污染(如农药化肥)、养殖污染(如畜禽粪便)和有机废弃物污染(如农作物秸秆),造成我国农产品质量和安全都无法保障。部分地区地下水、地表水硝酸盐含量、蔬菜中硝酸盐与亚硝酸盐含量,日益成为公众的关注点,含量超标程度超出了人们的想象,已危及人们乃至下代人的身体健康。农产品安全直接关系到人类的健康。有机肥料养分不仅含有作物所需的氮、磷、钾等养分,还含有锌、铁、锰、铜等人体必需的微量元素,对改善农产品品质,保持其营养风味具有特殊作用;同时,合理地利用有机肥料资源也能降低有机废弃物的污染,为农田生产创造优良的生态环境条件,为安全生产农产品提供基础保障。

(三) 是合理利用资源,建设节约型社会的有效途径

现阶段,我国化肥供需矛盾突出,化肥价格持续走高,目前大宗肥料品种价格较2004

年比,涨幅均在 20% 左右,化肥资源供应紧张。据粗略估计,每生产 1 吨尿素,需要消耗大量的煤(气)、电等资源,约合成本 800 元左右,在我国资源和能源紧缺的情况下,化肥需求的不断增长,给我国化肥工业生产带来很大压力;同时,由于供应不能满足,也一定程度地影响了我国农业的生产。有机肥料资源含有作物所需的丰富养分,是作物的“养分库”,据 2006 年对 26 个省有机肥料资源调查,目前秸秆资源 5.9 亿吨,主要畜禽粪便资源 10.2 亿吨,农家肥资源 15.5 亿吨,绿肥资源 1.0 亿吨,折合成纯养分 3600 万吨,是投入化肥养分的 80%。在资源危机、化肥价格走高的情况下,开发和利用有机肥料资源,对于缓解化肥供需矛盾,满足农业生产需要,具有重要的作用,这也符合当前我国建设节约型农业的具体要求,也是实现节约型农业的有效途径。

(四) 是保护生态环境,构建社会主义新农村的有效措施

近年来,随着我国人民生活水平的提高,生活有机废弃物日益增多;规模化养殖的扩大,导致畜禽粪便量日益增多;农业生产水平提高,使得作物秸秆日益增多。这些既是宝贵的资源,又是潜在的污染源。据国家环保局提供的数据显示,黄浦江流域牲畜粪便污染占污染总量的 36%;云南滇池中的有机废弃物、农田废水等达 2000 万吨,占污染总量的 45%,此外,还时有发生因焚烧秸秆而影响飞机正常飞行的事件。大量的有机肥源,如果不加以合理利用就会成为污染的一个主要来源,会严重地影响工农业生产和城乡人民生活。目前,部分地区有机肥料资源已对我国的生态环境建设提出了严峻挑战。因此,合理地开发和利用有机肥料资源,减少有机废弃物对生态环境的影响,是促进环境改善,特别是农村“村容整洁”,保障和实现社会主义新农村建设的有效措施。

二、有机肥料资源与利用现状

我国有机肥料资源种类繁多,按照有机肥料资源、特性及积制方法可划分为十类,即粪尿类、堆沤肥类、秸秆肥类、绿肥类、土杂肥类、饼肥类、海肥类、腐殖酸类、农用城镇废弃物类和沼气肥等。本次我们重点调查畜禽粪尿类、堆沤肥类、秸秆肥类、绿肥类等资源和利用状况。

(一) 畜禽粪尿类

畜粪尿类主要调查牛、猪、马、羊等排泄的粪尿,禽粪尿类主要调查鸡的粪尿,因为这些粪尿资源是在农村中资源量大,应用广的有机肥源。同时,这些粪尿资源为养分含量高,质量好,还含有各种氨基酸、维生素、脂肪、有机酸等,是优质的有机肥源,也是厩肥、堆沤肥、工厂化生产的主要原料。

1. 资源量

据 2006 年有机肥料资源调查结果显示,目前,我国主要畜禽(牛、猪、马、羊、鸡)粪尿资源为 10.2 亿吨,资源主要分布在内蒙古、吉林、广西等主要养猪、养牛、养鸡等养殖大省(图 1)。在主要畜禽粪尿中,猪粪、牛粪、鸡粪又是“三大粪源”。猪粪主要含有纤维素、半纤维素,木质素少,还含有蛋白质、脂肪酸、有机酸等,易腐熟,且腐殖质含

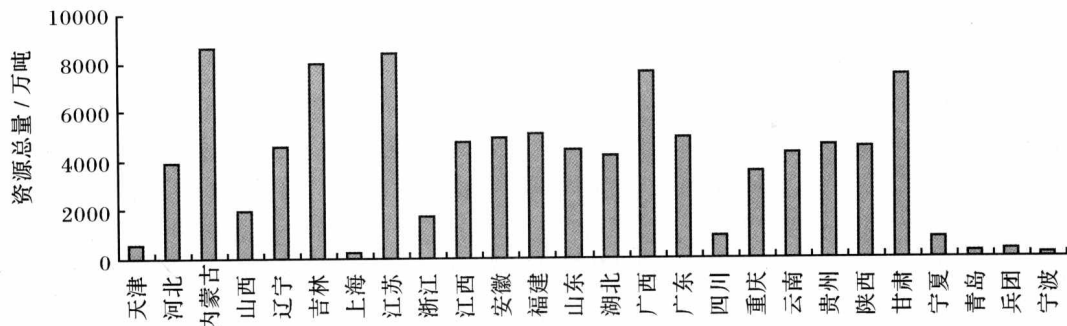


图1 主要畜禽粪尿资源量

量较高，质地细，后劲长，适于各种土壤和作物，因此是一种品质较高的有机肥料资源。我国猪饲养量3.6亿头，猪粪尿资源4.3亿吨，是第一大畜禽资源，猪粪资源主要分布在福建、吉林、江苏、广西等地区养猪大省（图2）。牛粪的养分含量相对较低，且有机质难分解，腐熟慢，属于冷性肥料，但由于牛的饲养数量较多，为8900万头，牛粪资源3.6亿吨，是第二大畜禽粪尿资源，牛粪资源主要分布在内蒙古、甘肃、江苏、广西等省份（图3）。鸡粪资源含有丰富的养分资源，养分含量较高，且易腐熟，是一种极好的有机肥料资源，主要是因为鸡的饲料组成比家畜的营养成分高，目前鸡饲养量4.2亿只，鸡粪尿资源1.0亿吨，是第三大畜禽资源，鸡粪资源主要分布在吉林、山东、广西、河北等省份（图4）。此外，还有羊粪尿资源1.0亿吨，马粪尿资源0.3亿吨。

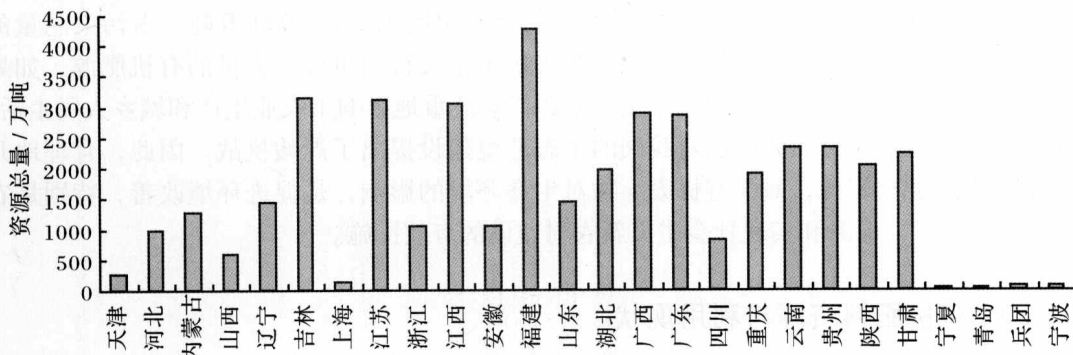


图2 猪粪尿资源量

吨，是第二大畜禽粪尿资源，牛粪资源主要分布在内蒙古、甘肃、江苏、广西等省份（图3）。鸡粪资源含有丰富的养分资源，养分含量较高，且易腐熟，是一种极好的有机肥料资源，主要是因为鸡的饲料组成比家畜的营养成分高，目前鸡饲养量4.2亿只，鸡粪尿资源1.0亿吨，是第三大畜禽资源，鸡粪资源主要分布在吉林、山东、广西、河北等省份（图4）。此外，还有羊粪尿资源1.0亿吨，马粪尿资源0.3亿吨。

2. 资源利用方式

近年来，我国畜禽养殖方式发生了很大的变化，由过去的一家一户的散养逐步向规模化养殖发展，同时，有机肥料资源的腐熟技术、工厂化生产技术也逐步发展，有机肥料资源利用方式出现了无害化处理、工厂化生产的利用方式。目前，我国畜禽粪尿主要利用方式有：①传统堆沤方式。畜禽粪尿经过一段时间自然腐熟后，应用到农田中，这是我国传统的畜禽粪尿利用方式，也是目前我国应用最广泛的利用方式。②集中无害化处理方式。通过加入微生物菌剂等措施无害化处理畜禽粪尿，甚至加工成商品有机肥料，目前这种利用方式正在快速发展。③闲置放弃。畜禽粪尿资源不经任何处理，目前，畜禽粪尿资源闲置浪费的比例仍很高，不仅造成养分资源的大量损失，而且造成环境污染。

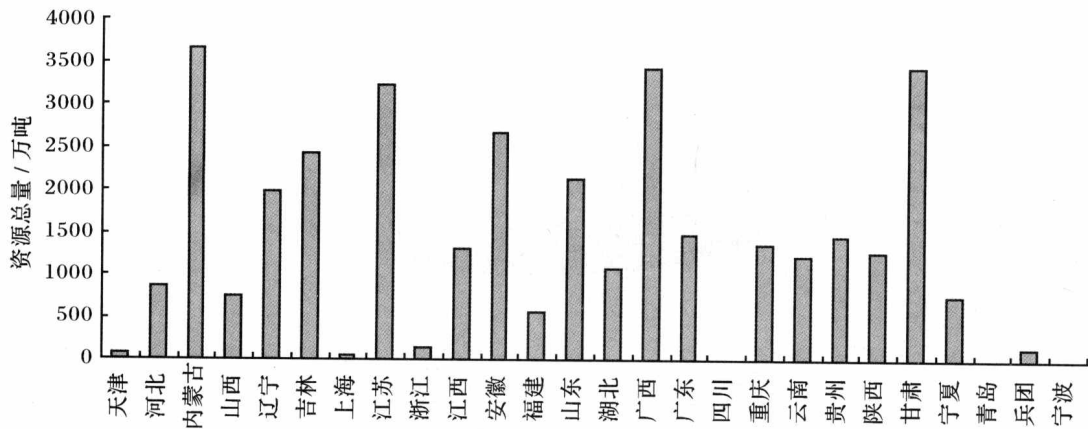


图3 牛粪尿资源量

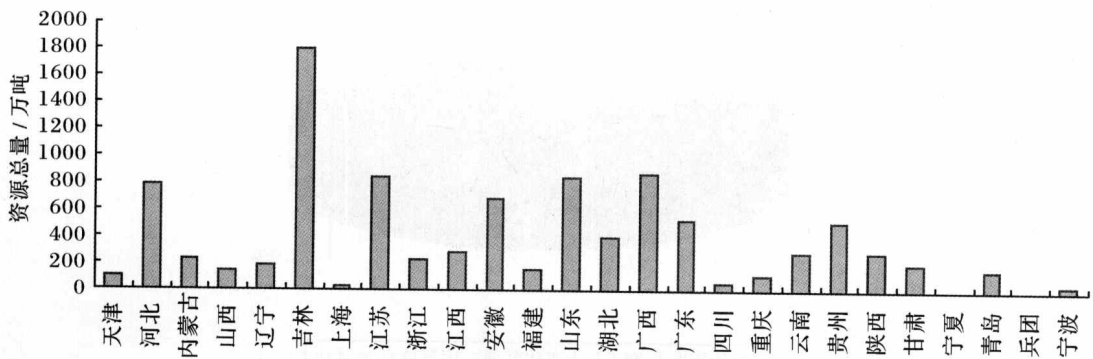


图4 鸡粪尿资源量

在畜禽粪尿资源中，传统堆沤方式仍是主要的利用方式，所占比例为 70.3%，工厂无害化处理所占比例略有增加，所占比例为 10.0%，闲置放弃的比例仍很高，占 17.3%，见图 5。从不同的资源来看，在猪粪资源中，传统堆沤方式占 73.7%，无害化处理所占比例为 9.0%，闲置放弃的比例为 15.5%，见图 6。在牛粪资源中，传统堆沤方式所占比例为 74.9%，工厂化无害化处理所占比例为 9.8%，闲置放弃的比例为 14.6%，见图 7。在鸡粪资源中，传统堆沤方式所占比例为 56.2%，但工厂化无害化处理所占比例明显增加，为

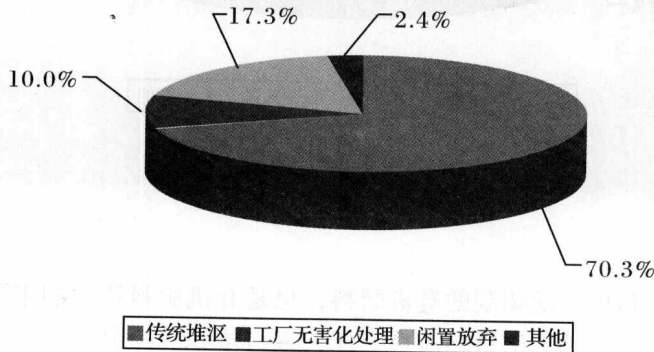


图5 主要畜禽粪尿资源利用状况

25.1%，闲置放弃的比例为16.3%，见图8。

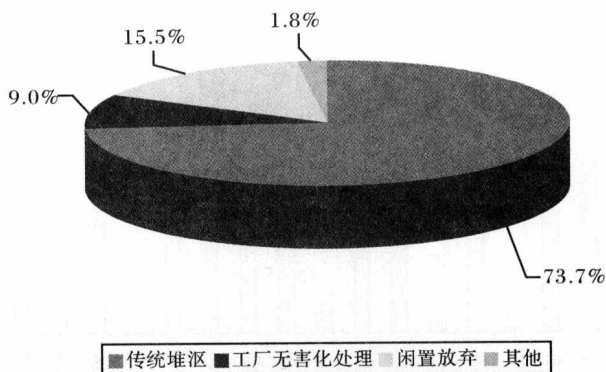


图6 猪粪资源利用情况

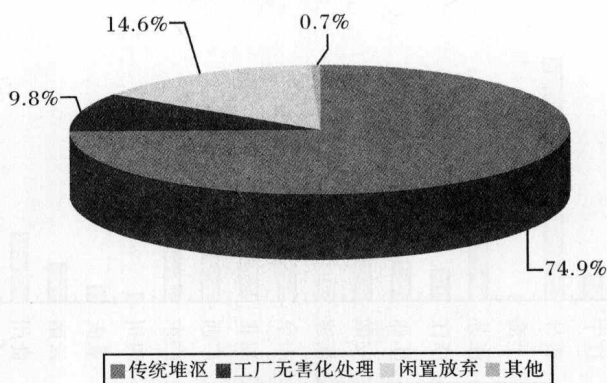


图7 牛粪资源利用情况

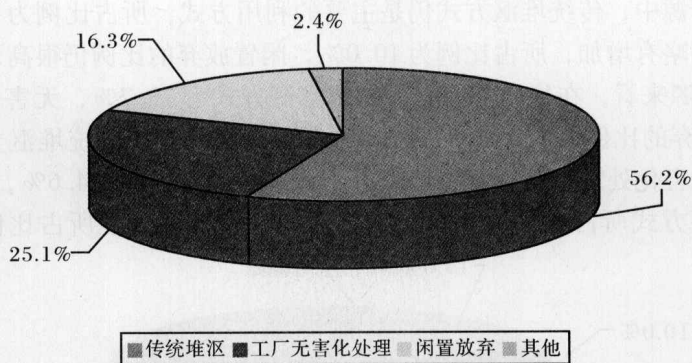


图8 鸡粪资源利用情况

（二）堆沤肥类

堆沤肥是我国农村中广泛积制的有机肥料，也是有机肥料资源的主要利用方式，是以农用废弃物为主要原料，加入适量的人畜粪尿，进行堆积和沤制。北方以堆肥为主，南方水网地区则以沤肥为主。但近年来，受堆沤肥积制需要大量的劳力、工作环境差等因素的

限制,农民堆沤肥的积极性略有下降,堆沤肥数量也略有减少。据2006年有机肥料资源调查结果显示,目前农家肥资源总量15.5亿吨,使用量13.0亿吨,平均亩用量887kg;其中堆肥资源量3.4亿吨,使用量2.6亿吨,平均亩用量565kg;沤肥资源量2.4亿吨,使用量2.2亿吨,平均亩用量570kg;厩肥资源量5.9亿吨,使用量5.1亿吨,平均亩用量930kg。此外,还有一些土杂肥等其他农家肥品种。

堆沤肥的使用与积造基本成正相关,即积造量越多,使用量越多,主要分布在山东、江苏、内蒙古、辽宁、安徽等区域(表1)。

表1 主要省(市、区)农家肥总用量

单位:万吨

	合计	堆肥	沤肥	厩肥	土杂肥	其他
河北	7318	3100	1071	1845	1302	0
内蒙古	9589	3533	1813	3046	1197	0
山西	4654	0	368	1525	1180	1580
辽宁	8565	2138	1621	3639	1168	0
吉林	7064	2544	853	2672	995	0
江苏	8381	1293	858	3686	2138	405
江西	4213	400	1900	1100	783	30
安徽	6500	1600	1000	3900	0	0
福建	4893	1383	1296	1036	1178	0
山东	22191	2728	1000	12824	5289	350
湖北	2775	189	181	1865	535	5
广西	4194	1063	842	1640	649	0
云南	4437	902	381	2598	556	1
贵州	2820	350	571	832	467	600
陕西	6432	1789	3116	1294	200	33
甘肃	4567	1159	1011	1154	1243	0
宁夏	1760	0	377	996	388	0

尽管堆沤肥数量略有下降,但随着沼气工程的实施,农村沼气池建设数量的增加,沼气肥利用方式逐年增多,到2005年底,全国户用沼气已达到1807万户,沼气肥量达到1.5亿吨左右,通过建设秸秆、粪便、生活垃圾、生活污水等废弃物处理利用设施,实现了生产、生活、生态的良性循环。

(三) 秸秆肥类

秸秆肥的主要来源是主要粮食作物的秸秆,尽管秸秆的养分含量不高,但由于含有大

量的纤维素、半纤维素等,对于改善土壤物理性状有利,同时秸秆中含有大量的钾素,是农田钾素归还的主要途径之一。近年来,随着作物产量的不断提高,秸秆资源量也不断地增加,秸秆成为重要的有机肥源之一。目前秸秆资源主要包括直接还田、堆沤还田、过腹还田、快速腐熟还田和秸秆免耕还田等。

1. 资源量

据2006年有机肥料资源调查结果显示,2006年我国主要作物秸秆资源量5.9亿吨,秸秆资源主要分布在粮食作物播种面积较大的山东、江苏、内蒙古等一些粮食主产区(表2)。在秸秆资源中,以小麦、玉米、水稻等粮食作物秸秆居多,占总秸秆资源量的76.3%,其中小麦秸秆量1.0亿吨,占总资源量的17.0%,秸秆资源主要分布在河北、山东、安徽等华北和华东地区;玉米秸秆2.0亿吨,占总资源量的33.9%,主要分布在辽宁、吉林、河北、山东等华北和东北地区;水稻秸秆1.5亿吨,占总资源量的25.4%,主要分布在江苏、湖北、江西、广西等南方省份。

表2 主要省(区、市)秸秆资源总量

单位:万吨

	合计	小麦	玉米	水稻	其他
河北	2998	1283	1715	0	0
内蒙古	4043	218	3130	62	632
山西	2146	388	1034	2	723
辽宁	2413	15	1667	341	389
吉林	2872	7	2242	439	184
江苏	4582	1181	270	2055	1076
江西	1729	3	8	1583	136
安徽	3640	1062	334	1475	770
山东	5233	1850	1984	76	1323
湖北	3070	400	582	1262	826
广西	3483	22	453	1592	1416
广东	2647		896	1404	347
四川	4056	500	931	1220	1405
重庆	1010	87	187	443	293
云南	2156	99	692	557	809
贵州	2323	122	574	525	1102
陕西	2561	845	1338	87	291

2. 资源利用状况

我国秸秆还田的主要方式包括:①堆沤还田。将作物的秸秆、人畜粪尿等堆(沤)混合在一起,经过一段时间的常温或高温腐熟,秸秆腐烂后,再施用到田间,这是应用最

广泛的利用方式,但近年来,由于农村经济发展,劳动力转移和价值观念的转变,传统的堆沤还田方式费时又费工,在一些农区已遇到困难。②过腹还田。将秸秆作为动物的饲料,通过动物消化吸收后,再以粪尿的方式还田,这是一种较好的还田方式,但由于大多数禾本科作物的适口性较差,适于过腹还田的秸秆种类不多,在我国秸秆主要用于饲料的是玉米秸秆,通过氨化过程,再青贮。③直接还田。将作物秸秆通过机械粉碎、翻压、覆盖等方式归还农田,秸秆直接还田可分为翻压还田和覆盖还田两种方式。在我国不同地区,秸秆直接还田的方式不同,在山西、河北等华北地区秸秆主要是通过机械粉碎直接还田;在江苏、安徽等华东地区,秸秆通过地表铺盖或垄间覆盖还田;在广西、广东等南方一部分地区通过残茬覆盖还田(留高茬方式)。④烧灰还田。将秸秆作为燃料,烧后将烧灰还田,这种还田方式使秸秆养分,尤其是氮素养分损失较大,同时受能源的限制,我国还有相当一部分地区使用秸秆作燃料。

随着秸秆还田技术的不断发展,目前,我国还出现了一些新的还田方式,正处在试验示范阶段,且具有良好的推广前景。如:①快速腐熟技术。秸秆腐熟还田是在堆沤还田的基础上,通过加入秸秆腐熟剂,加速秸秆的腐熟速度和腐熟质量,可以缩短秸秆腐熟时间5~10天,在一定程度上解决了在农时茬口短的地区秸秆还田的问题,这种方式在我国应用已有一定的基础,主要集中在南方有水源条件,农作物茬口有一定时间的地区,推广应用面积较大的有四川、重庆、广西等地区。②免耕秸秆还田技术。不翻耕耕地,直接在上茬作物的耕地上播种,上茬作物的秸秆通过自然条件分解腐熟,这种免耕秸秆还田技术在我国南方正在试验示范,免耕秸秆还田技术具有提高耕地有机质含量、保护土壤墒情、提升地温、降低杂草等功能,具有良好的发展前景。在北美一些国家,免耕秸秆还田技术推广应用相当普遍,在加拿大的部分地区,使用免耕秸秆还田技术的占90%左右。

在秸秆资源中,直接还田所占的比例为30.0%,堆沤还田比例为8.7%,还腹还田比例为22.0%,烧灰还田比例为24.1%,其他还田占15.0%,见图9。其中小麦秸秆主要以直接还田为主,所占比例为37.8%,见图10;玉米秸秆主要以过腹还田、直接还田、烧灰还田为主,但过腹还田所占的比例最大,见图11;水稻秸秆也主要以直接还田为主,见图12。此外,大豆、棉花、油菜等不易腐熟的作物秸秆主要被当地用作燃料。

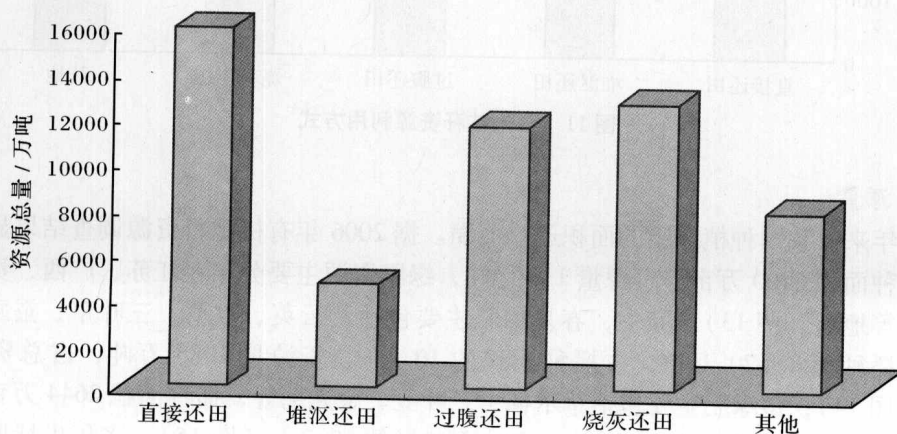


图9 秸秆资源利用方式

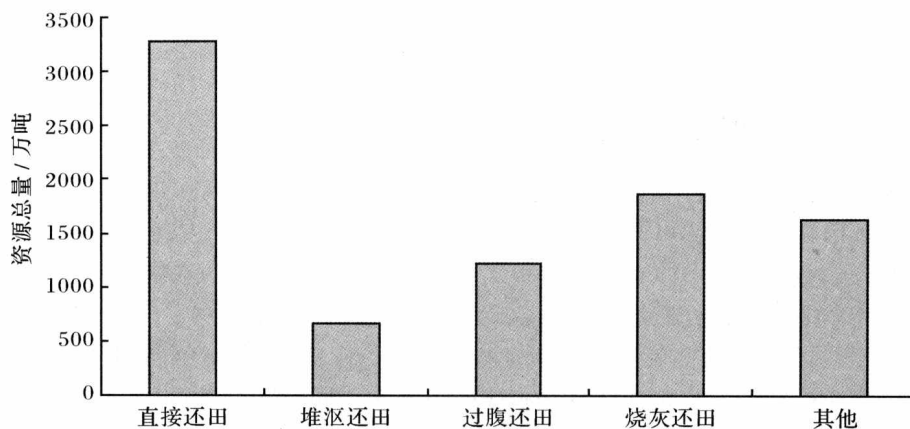


图 10 小麦秸秆资源利用方式

(四) 绿肥类

我国栽培和施用绿肥有悠久的历史，是世界上最早使用绿肥的国家之一，在我国农业生产中，凡是用于直接耕翻或割下后运往另一地块作肥料的正在生长的绿色植物都称为绿肥，绿肥主要分为春夏绿肥、冬种绿肥和多年生绿肥等。近年来，绿肥利用方式也发生了变化，除了用于培肥地力外，还有一些饲料绿肥和经济绿肥等。

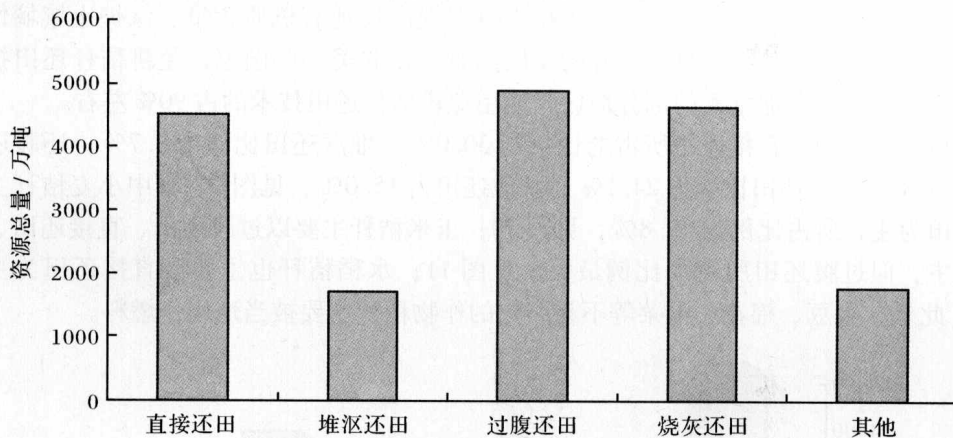


图 11 玉米秸秆资源利用方式

1. 资源量

近些年来，我国种植绿肥的面积逐年萎缩。据 2006 年有机肥料资源调查结果显示，我国绿肥播种面积 6400 万亩，资源量 1.0 亿吨，绿肥资源主要分布在江苏、广西、贵州、陕西、甘肃等地区（图 13）。其中，春夏绿肥主要包括紫云英、牧草、三叶草、蚕豌豆、红花草等，播种面积 670 万亩，占播种面积的 10.4%，资源量 1085 万吨，占总资源量的 10.8%（图 14）；冬绿肥主要包括草木樨、三叶豆、金光菊等，播种面积 2644 万亩，占播种面积的 41.3%，资源量 5227 万吨，占总资源量的 52.2%（图 15）；多年生绿肥播种面积 3085 万亩，占播种面积的 48.2%，资源量 3708 万吨，占总资源量的 37.0%。

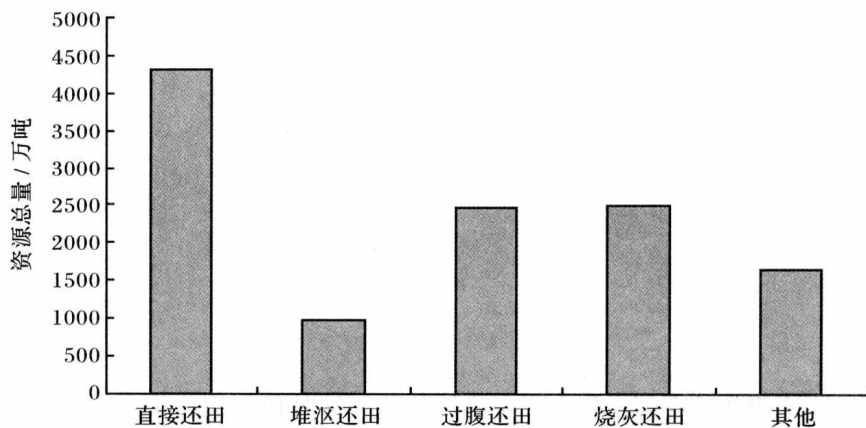


图 12 水稻秸秆资源利用方式

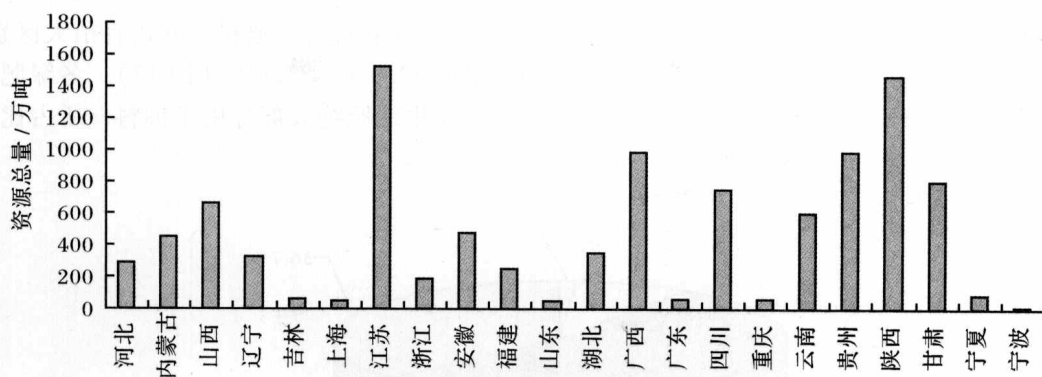


图 13 绿肥资源总量

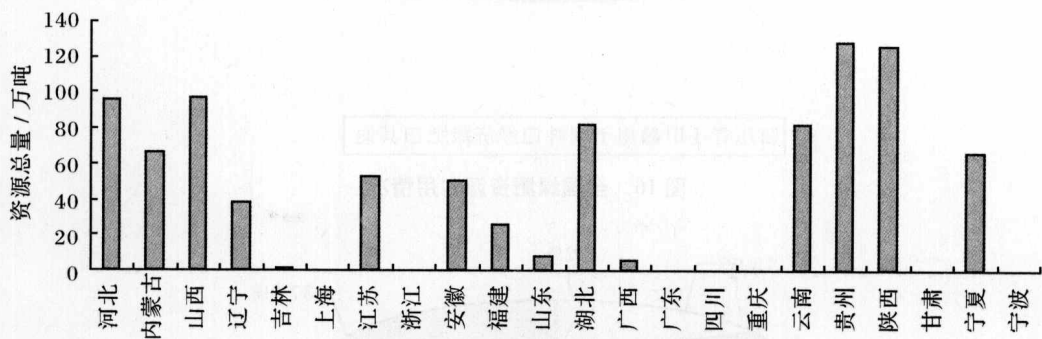


图 14 春夏绿肥资源总量

2. 绿肥利用方式

绿肥在我国的农业生产中，历来都占有非常重要的地位，它不但改善土壤的物理性质，供给作物所需要的养分，而且还能促进土壤微生物繁衍，促进农业的发展。从绿肥的利用方式来看，主要包括：①压青还田，绿肥成熟后，直接翻压还田，用作肥料，主要是豆科作物，具有很强的固氮作用，绿肥含氮量很高；②饲料绿肥，绿肥成熟用于动物的饲料；

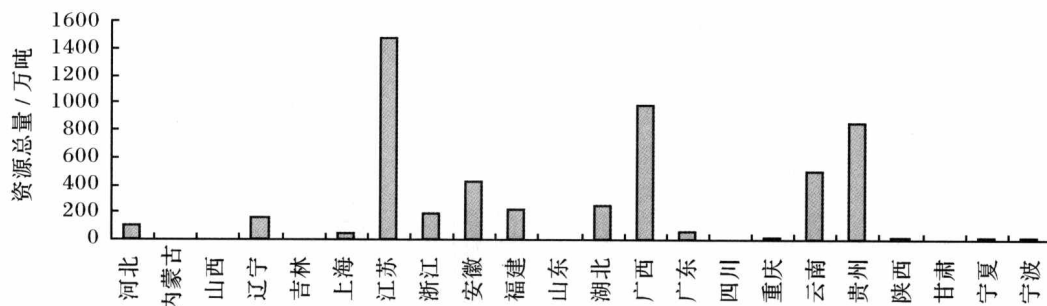


图 15 冬绿肥资源总量

③经济绿肥，将绿肥作为商品出售，产生经济价值；④其他利用方式，主要用于防止水土流失等用途的绿肥。

在绿肥资源中，压青还田的所占比例为 36.7%，饲料绿肥的比例为 54.0%，经济绿肥所占比例为 8.2%，其他所占比例为 1.1%（图 16）。但不同的绿肥利用方式有很大区别，春夏绿肥主要用于饲料和压青还田，所占比例分别为 44.9%、37.9%（图 17）；冬绿肥主要用于压青还田，所占比例为 59.0%（图 18）；多年生绿肥绝大部分用于饲料，所占比例为 90.2%。

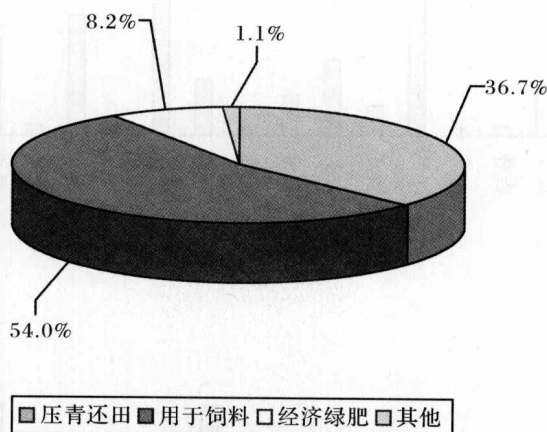


图 16 全国绿肥资源利用情况

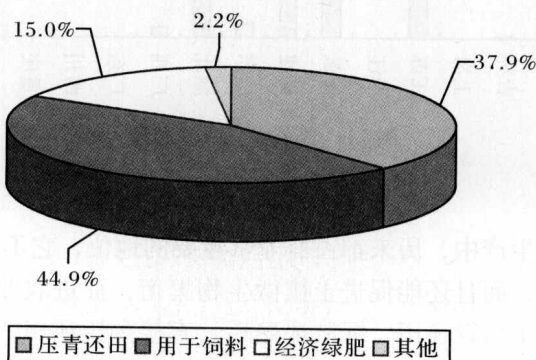


图 17 春夏绿肥资源利用情况

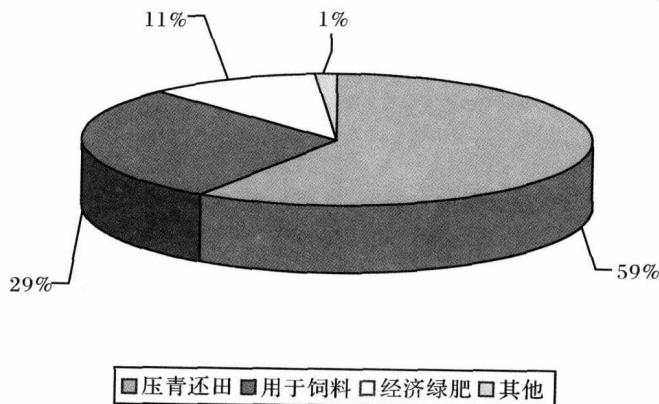


图 18 冬绿肥资源利用情况

（五）商品有机肥料

随着我国畜禽规模化养殖的快速发展，畜禽粪尿资源的处理方式也发生了变化，其中最突出的表现为规模无害化处理和工厂化生产商品有机肥料。因此，近年来，我国有机肥料工厂化生产发展速度较快，商品有机肥料数量也逐年增加，使用也日益增多。2006 年全国有机肥料资源调查结果显示，有机肥料生产企业为 1580 家，实际生产能力 987 多万吨，分别是 2002 年的 3.0 倍和 2.0 倍左右。

1. 区域分布

我国有机肥料生产企业区域分布受到地区经济的发展、资源的种类和数量、生产技术水平等众多因素的制约。有机肥料生产企业在我国分布的区域性差异较大，从全国范围来看主要集中在两个大区域：一是经济发达地区（环保引导型），包括广东、江苏、福建、辽宁和浙江等地区，这些地区突出的特点具有良好的环保意识做引导，优惠的政策作保障、相对成熟的技术做支撑；二是有机肥料资源丰富地区（资源引导型），包括山东、河北、广西等地区，它们主要分布在大中型畜禽养殖厂附近、城郊附近和有机特殊资源地区等。2006 年全国有机肥料生产企业调查结果表明，山东、广东、河北、江苏、辽宁 5 个省的有机肥料生产企业占全国有机肥料生产企业的 50% 以上，而西部地区，由于受到资源、技术、资金等多方面的因素的制约，有机肥料生产企业很少，陕西、宁夏、重庆、甘肃、青海、内蒙古等 6 个省的有机肥料企业只占 9% 左右（图 19）。从不同类型的有机肥料生产企业来看，精制有机肥料主要集中在山东、广东、江苏、河北、上海、浙江等地区（图 20）；有机无机复混肥料企业主要集中在山东、广东、河北、辽宁、广西等地区（图 21）；生物有机肥料生产企业主要集中在河北、山东、江苏、福建等地区（图 22）。

2. 生产模式

目前，我国有机肥料生产企业为 1580 家（图 23）。大致可分三种模式：一是精制有机肥料类，不含有特定效应的微生物，以提供有机质和少量养分为主；二是有机无机复混肥料类，由有机和无机肥料混合或化合制成，既含有一定比例的有机质，又含有较高的养分；三是生物有机肥料类，产品除了含有较高的有机质外，还含有改善肥料或土壤中养分释放