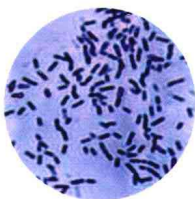
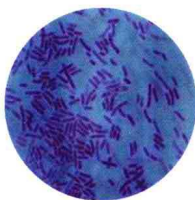
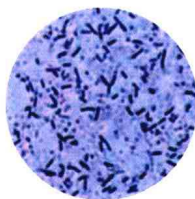


牛俊玲 著

多功能 堆肥复合菌剂



化学工业出版社



多功能 堆肥复合菌剂

牛俊玲 著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分 3 篇 12 章。第一篇介绍了国内外相关研究基础,包括有机固体废弃物的来源与堆肥技术、堆肥过程中的微生物机理、木质纤维素和有机污染物的生物降解、堆肥腐熟度评价方法及接种剂应用;第二篇介绍了复合菌系构建与特性研究,包括复合菌系的构建方法、稳定性研究、菌系组成多样性、培养条件研究及其对水稻秸秆的分解特性;第三篇介绍了复合菌系的应用效果,分别在模拟堆肥和现场堆肥两种条件下接种复合菌系 NSC-7,对其接种效果与腐熟度指标进行了研究。

本书可供环境科学、环境工程、环境生物技术等相关专业的教学和科研人员、高校本科生及研究生参考使用,对从事环境保护、废弃物资源化应用及相关领域的管理人员、企业界人士也有重要参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

多功能堆肥复合菌剂/牛俊玲著. —北京:化学工业出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-122-04754-0

I. 多… II. 牛… III. 堆肥 IV. S141.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 016980 号

责任编辑:尤彩霞

装帧设计:关 飞

责任校对:凌亚男

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张 5½ 字数 215 千字

2009 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着我国集约化农业和加工业的迅速发展,大量的农业和加工业的固体有机废弃物被浪费掉,水稻、小麦、玉米、油菜等作物秸秆就地焚烧、规模化养殖后的畜禽粪便和加工业的下脚料等随地弃置不仅严重污染了环境,也极大地浪费了这些有机肥产品的原料;大量的养分资源(C、N、P、K、S及微量元素)流失于土壤-植物系统之外,明显地削弱了我国农业可持续发展的能力。固体有机废弃物资源化是发展可持续农业和循环经济的重要途径。

堆肥法作为人们处理固体有机废物,使之无害化、资源化的一种有效手段,是传统堆肥和生物修复的完美结合,已受到越来越多的关注。高温堆肥过程的实质就是在好氧条件下群落结构演替非常迅速的多个微生物群体共同作用而实现的动态过程,在该过程中,每一个微生物群体都有在相对较短时间内适合自身生长繁殖的环境条件,并且对某一种或某一类特定的有机物质的分解起作用。

本书介绍了堆肥中高效降解纤维素和有机污染物的复合微生物菌系的构建方法与应用效果,该符合菌系的构建可以缩短堆肥腐熟时间,提高堆肥对农药类有机污染物降解效率,减少由于废弃物循环利用造成的对环境的二次污染,对推进我国有机废弃物的资源化、无害化进程具有重要的现实意义和较高的理论价值。

本书的编写得到了中国农业大学李国学教授和崔宗均教授的精心指导,同时,中国农业大学农学院的苏宝林老师和王小芬老师,资源和环境学院的李彦明、宫晓燕、刘英和陈京生老师,理学院的刘丰茂老师以及黑龙江八一农垦大学的王伟东老师;以及郑州航空工业管理学院资源与环境研究中心各位老师对本书的编写工作提供了帮助,在此一并感谢。

本书力求立足学科前沿，注重方法、理论和实践并重。由于作者知识水平有限，不足之处在所难免，衷心希望学术界、企业界的专家、学者以及关心本研究领域的同行们提出宝贵意见和建议，敬请有关专家和广大读者批评指正。

作 者

2008 年 12 月

目 录

第 1 篇 国内外相关研究概况	1
第 1 章 有机固体废弃物的来源及堆肥化技术	2
1.1 有机固体废弃物的来源	2
1.2 有机固体废弃物堆肥化可行性	8
1.3 有机固体废弃物堆肥化技术	11
第 2 章 有机固体废弃物堆肥的微生物学机理	16
2.1 堆肥中的微生物种类	16
2.2 堆肥中的微生物生态学过程	18
2.3 影响堆肥中微生物活动的因素	20
2.4 变性梯度凝胶电泳 (DGGE) 在堆肥微生物研究中的 应用	23
2.5 堆肥过程中微生物研究的方向	28
第 3 章 堆肥过程中木质纤维素的生物降解	30
3.1 木质素和纤维素的碳循环	30
3.2 纤维素的结构特征及其生物可降解性	31
3.3 堆肥中降解纤维素和木质素的微生物	32
3.4 堆肥中木质纤维素降解菌的选育与研究	34
3.5 纤维素分解微生物产酶调控机理	36
第 4 章 堆肥过程中有机污染物的生物降解	38
4.1 堆肥中几种有机污染物的生物降解过程及机理	38
4.2 堆肥中有机污染物降解菌的选育及应用	50
4.3 有机污染物堆肥化处理的研究方向	56
第 5 章 堆肥腐熟度评价方法与接菌剂的应用	57
5.1 堆肥腐熟度评价方法	57

5.2 堆肥过程中接菌剂的应用与发展	69
第2篇 复合菌系构建与特性研究	77
第6章 纤维素-林丹降解复合菌系的构建及稳定性研究 ...	78
6.1 材料与方法	78
6.2 结果与分析	82
6.3 小结	88
第7章 复合菌系的菌种组成多样性	90
7.1 材料与方法	90
7.2 结果与分析	92
7.3 小结	98
第8章 培养条件对复合菌系分解特性的影响	100
8.1 材料与方法	100
8.2 结果与分析	102
8.3 小结	112
第9章 复合菌系对水稻秸秆的分解特性	114
9.1 材料与方法	114
9.2 结果与分析	115
9.3 小结	122
第3篇 复合菌系的应用效果	125
第10章 模拟堆肥试验中复合菌系对物质转化的影响	126
10.1 材料与方法	126
10.2 结果与分析	128
10.3 小结	139
第11章 现场堆肥中复合菌系的应用效果	141
11.1 材料与方法	141
11.2 结果与分析	143
11.3 小结	158
第12章 结论与展望	159
12.1 主要结论	159
12.2 讨论	160
参考文献	167

第1篇

国内外相关研究概况

第1章

有机固体废弃物的来源及堆肥化技术

1.1 有机固体废物的来源

1.1.1 植物性残余物

我国是农业生产大国，农作物种植面积大，农作物收获后产生大量的作物秸秆。据2003年中国农业年鉴统计资料，2002年全国小麦播种面积23908.0千公顷，产量9029.0万吨，稻谷种植面积28202.0千公顷，产量17453.9万吨；玉米播种面积24634.0千公顷，产量12130.8万吨。这几种主要粮食作物总播种面积103891.0千公顷，粮食总产量45705.8万吨，作物秸秆与籽粒比按1:1计算，可产生秸秆总量4.57亿吨，加上其他作物秸秆全国每年生产秸秆近6.12亿吨。

秸秆中含有大量的有机质、氮、磷、钾和微量元素，是农业生产的重要有机肥料源之一。利用秸秆加工有机肥料，以现有的秸秆产量计算，6亿吨秸秆中氮、磷、钾养分含量相当于400多万吨尿素、700多万吨过磷酸钙和700多万吨硫酸钾。相当于我国目前化肥施用量的四分之一。如果通过各种方式还田，每年有50%的秸秆能够归还土壤，就相当于投入化肥900多万吨。

此外在某些产棉区，正亟待寻找一条棉秆合理利用的新途径；全国每年被抛弃或做燃料的140万吨花生壳资源也有待充分利用；近年来，在食用菌生产迅速发展的同时，还带来了食用菌废料（菇渣）的急剧增加；而我国剑麻主要生产加工地湛江地区，每年有大量加工剩余物——剑麻渣可供利用。上述农林废物中菇渣含N和 K_2O 均在1%~2%之间，含 P_2O_5 为0.3%左右，养分含量较高。其他废物中木质素、纤维素含量一般较高，直接施用效果不佳，一般需经发酵后使用，但发酵沤制过程耗时多（一般15d甚至更长），不利于工业化连续生产：我们用化学处理方法可以在1d左右完成熟化，制肥后可

获得较好肥效。

这类废物分布广、廉价易得，是进行堆肥和沼气发酵的理想材料，经过高温堆肥后再进一步制成有机无机复肥产品和颗粒复混肥比废物直接施用有更好肥效和更高效益。

1.1.2 畜禽粪便

随着集约化畜禽养殖场的迅速发展，畜禽粪便已成为人类生存环境的污染源之一，从而日益受到人们的密切关注。我国畜禽粪便的产生量已经产生了比较严重的环境压力，在我国畜禽粪便年产量中，规模化养殖产生的粪便相当于固体废物的 40%。据统计，1995 年我国产生的畜禽粪便量为：牛 $1.08 \times 109 \text{t/a}$ ，猪 $2.71 \times 108 \text{t/a}$ ，羊 $3.41 \times 108 \text{t/a}$ ，家禽 $1.89 \times 108 \text{t/a}$ 。土地平均粪便负荷为 1.82t/hm^2 ，其中山东省为 12.15t/hm^2 土地，河南省为 9.18t/km^2 土地，上海市为 8.16t/km^2 土地，大量的粪便如不经处理被排放到环境中会引起恶臭等环境问题。

畜禽粪作肥料是我国农业生产的传统习惯，农村曾有“庄稼一枝花，全靠粪当家”的谚语。过去采用填土、垫圈的方法或堆肥方式将畜禽粪便制成农家肥。但这类废物同样存在虫卵、病菌的消毒问题，可采用化学消毒法，也可在高温堆肥过程中同时解决。禽畜粪便有机质丰富，含有较高的 N、P、K 及微量元素，是很好的制肥原料，但有臭味，难以作为一种商品肥料出售。因此，需要除臭处理，可采取发酵除臭、化学除臭及物理化学除臭法。而且各类不同动物粪便有不同的特性，在配方时应给予注意，如鸡粪较“热”，施用后易烧苗。而牛粪则较安全，但牛粪中可能混有杂草种子，直接利用会造成农田尤其水田生长杂草，如稗草。畜禽粪便中养分含量依禽畜种类而有较大的不同，表 1-1 数据供参考（李国学等，2000）。需要指出的是，

表 1-1 不同动物粪便的特性

单位：%

项目	干物质				新鲜
	有机质	全氮(N)	全磷(P_2O_5)	全钾(K_2O)	水分
鸡粪	30.1	2.34	0.929	1.606	52.0
猪粪	41.4	2.09	0.896	1.12	68.7
羊粪	33.6	2.01	0.496	1.321	50.7
牛粪	36.8	1.67	0.429	0.948	75.04
鸭粪	26.2	1.66	0.885	1.373	51.0
鹅粪	30.7	1.645	0.672	1.742	61.7

由于饲料添加剂使用普遍，近年来禽畜粪便的 Cu、Zn 等微量元素含量增高，连续大量使用时，要考虑过量积累的可能性。如今，伴随着集约化养殖场的发展，人们对畜禽粪便肥料化技术也进行了探索。目前研究最多，应用较广泛且最具有前景的就是堆肥法。

1.1.3 加工业有机废弃物

1.1.3.1 糖厂废渣

100t 甘蔗可产糖 12t、蔗渣 23t（含水 50%）和干滤泥 0.7t，蔗渣纤维可以造纸及制纤维板。抽取纤维后剩下的蔗髓利用价值不高，即使燃烧供热值也很低，有的糖厂用于制糠醛，但相当一部分蔗髓无出路。蔗髓也可以作为制肥的有机原料，若经过堆放发酵效果更好，或加入促进其熟化的添加剂，可以在 24h 内快速熟化，无需发酵。蔗渣、蔗髓无机养分含量很低，主要用作补充有机质。

滤泥依制糖工艺不同有两种：一是双碳酸法滤泥（碳法），另一种为亚硫酸法（亚法）滤泥。前者黄白色、含 Ca 量高，有机质和糖分较少，后者灰褐色，有机质和残糖相对较高，而含 Ca 量则相对较低。亚法滤泥养分含量较高，直接施用也有较好肥效，碳法滤泥直接施用效果较差。各种滤泥的养分含量依土壤、品种、工艺等条件不同而有很大变化（表 1-2）。但是，若作有机复肥原料，两种滤泥都有很好的效果。滤泥发酵后易发臭，故需及时干燥，干燥后也便于运输及存放。

表 1-2 不同制糖工艺滤泥的成分 单位：%

工艺方法	pH	有机质	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	水分
碳酸法	8.0	23.51	0.69	0.65	0.27	35.97	4.72	55.91
亚硫酸法	6.0	58.66	1.19	1.24	0.52	5.59	1.07	69.55

1.1.3.2 高浓度有机废液

仅广东省糖业酒精废液就达 150 万吨/天，是一种重要的污染源，尤其对河流的污染更为严重。由于其浓度高，因此采用氧化塘法处理运行费用高，厂家难以承受。近年来，广东省有关科研单位研究出一种废液浓缩技术，使之成为可供制造有机复肥的原料，以此配制成的颗粒肥及改土剂，肥效很好。还可将酒精废液制成具有各种生理调节功能的液肥，将其浓缩液制成粉剂作饲料也是可行的。

酒精废液作为一种肥料资源,酒精、味精废液除含有 N、P、K 微量元素等养分外,还含有丰富的氨基酸、激素类、糖分、维生素等物质及其它生理活性物质,具有较高的生物活性(表 1-3),因此,可以开发出具有生理调节功能的新产品。上述特性与这类废液的微生物发酵过程有关,也与浓缩处理的技术(生物处理、酸法处理)有关。应用这类浓液原料配制肥料,应该注意其有机 C 的生物活性高的特性,肥料的适量 C/N 比,应该略低于一般有机复肥的 C/N 比。

表 1-3 酒精废液主要成分

单位: %

pH	固形物	含糖分	灰分	有机物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
4.2~4.9	7~14.5	1.7~2.9	1~5	5.5~12	0.06~0.42	0.01~0.38	0.23~1.54

1.1.3.3 其它

啤酒厂的滤泥,是硅藻土与过滤留下的大分子有机物的混合物,具有一定养分,又能调节复肥理化性状。

中药厂的废渣,植物性农药厂的药渣,如烟叶、羊角扭、苦参等废渣和糖醛渣、木糖醇渣等,均可作为有机肥原料使用。

天然橡胶的废胶乳精含有大量的蛋白质和糖,也可用于制有机肥。

其它还有很多工业废物可以作制肥原料,应根据各类原料的具体特点进行开发利用。例如,糖醛渣具强酸性,在配方中加入碱性物质以中和之。中药渣应根据原料种类进行分类利用,软细茎叶和粗硬根茎宜分开处理。糠醛渣和中药渣均经高温处理,可考虑作无菌材料利用,如作营养袋基质材料。

1.1.4 污泥

目前全国已经建成运转的城市污水处理厂有 427 余座,年处理能力为 113.6 亿立方米,每年排放干污泥大约 30 万吨,而且还以 10% 的速度增长(姜泳文,2000)。今后,随着城市化的进一步发展,污水处理设施的普及、处理率的提高和处理程度的深化,必将产生更多的污水污泥。而以无害化、稳定化和资源化为目标的污泥处理和处置技术在我国还刚刚起步。

污泥是污水处理后的附属品,是一种由有机残片、细菌菌体、无机颗粒、胶体等组成的极其复杂的非均质体。污泥成分非常复杂,除

含有大量的水分(93%~99%)、营养物质和易分解有机物外,还含有有毒有害难降解有机污染物、病原微生物和寄生虫卵、重金属等成分。据乔显亮等(2001)对北京等六个地区的污泥成分的研究可以看出,总体上污泥是一种富含有机质(平均为355g/kg)、高氮(平均为24.9g/kg)、高磷(平均为30.7g/kg)、低钾(平均为14.0g/kg)的有机肥,其养分含量高于一般的畜禽粪便,矿化速度也比普通农家肥迅速。

污泥中的重金属含量与种类是制约城市污泥有效利用的关键因素。我国城市污水由于工业废水的比重比较大,所以污水中重金属的含量比较高。经二级处理后,相当一部分重金属转移到污泥中去,造成污泥中一些重金属超标,影响污泥的利用。据1997年资料,北京高碑店污水污泥Cd、Cr、Cu、Hg、Pb和Zn含量(mg/kg)分别为0.9、26.3、8.3、12.4、47.4和258,这些重金属由于具有难迁移、易富集、危害大等特点,一直是污泥农业利用最主要的限制因素。国内外许多研究表明,施用污泥或多或少地引起了土壤重金属含量和植物可食用部分重金属含量的提高,并且与污泥施用量成一定的线性关系,进而通过食物链危害人畜的健康。但污泥原料制成的肥料,作林地用肥或花卉肥是安全的,经过严格的检测和控制,也可以作食用作物用肥。

由于城市污泥中含有丰富的有机质和氮、磷、钾营养物质,是一种优质有机肥源,因此国内外有许多关于污泥土地利用的研究报道。根据美国环保局统计资料,美国1998年约产生污泥690万吨,60%得到资源化利用。预计到2010年将会增加到820万吨。我国已建成污水处理厂中,污泥未经任何处理直接农用的占60%以上(王敦球等,1999)。由此可见,污泥的土地利用已经成为污泥处置的主要发展趋势。因此,将污泥进行稳定化和无害化处理后进行农业利用将具有广阔的前景。

1.1.5 生活垃圾

地球上,人类在其生产活动、经济活动与生活当中无时不产生大量的垃圾,且其数量在不断地增长。如今,随着资源开发和城市化进程的迅速发展,无论是发达的工业国家,还是正在逐步崛起的发展中国家,城市垃圾已成为一个不可避免、难以回避的严重现实问题。

随着城市规模不断扩大和城市人口的迅速增加,全球每年新增垃

圾 100 多亿吨。美国人均日产垃圾 2kg；日本、英国、法国等日产 0.8~1.7kg；中等收入国家的开罗、马尼拉为 0.5~0.85kg；在低收入国家的大城市，如加尔各答、卡拉奇、雅加达也有 0.5~0.6kg；各国城市生活垃圾的产量处于上升趋势。例如，美国的年增产率为 3%~4%，日本为 5%~9%，欧洲国家为 4%~6%，发展中国家为 3%~10%。以我国城市人均日产垃圾计。1994 年全国城市生活垃圾年产量已超过 1.4 亿吨。由于尚未建立有效的垃圾消纳设施，目前全国约 2/3 的城市已处在城郊垃圾的包围之中，而且城市垃圾仍以每年约 8% 的速度递增，历年积存的垃圾达 60 亿吨，到 2010 年产生量将达 5.5×10^8 万吨。对于北京、上海之类的特大城市，垃圾日产量更为可观。

垃圾的含水率随成分、季节、气候等条件而变化，其变化幅度为 11%~53%（典型值 15%~40%），城市垃圾的含水率与食品垃圾的含量有关。据调查，影响垃圾含水率的主要因素是垃圾中动植物含量和无机物含量。当垃圾动植物的含量高、无机物的含量低时，垃圾含水率就高；反之则含水率低。这种变化是有一定规律的，如表 1-4 所列。

表 1-4 垃圾有机物含量与含水率关系表 单位：%

有机物含量	0	5	10	15	20	25	30
含水率	12.38	15.726	19.073	20.479	25.766	29.112	32.458
有机物含量	35	40	45	50	55	60	65
含水率	35.805	39.151	42.498	45.844	49.490	52.537	55.883
有机物含量	70	75	80	85	90	95	100
含水率	59.230	62.576	65.922	69.269	72.615	75.962	79.308

垃圾也含有较多的重金属和虫卵病菌，需要经过无害化处理。与污泥不同，垃圾成分复杂，粗细不等，须经过分拣后方可使用。垃圾的处理一直是困扰城市建设的问题，而原有填埋场多以填满或即将填满，不得不向更远的郊县寻地填埋，使运垃圾的费用进一步增加。随着人们生活水平的提高，垃圾中有机组分含量和比例也增大，垃圾资源的优越性也进一步受到重视。中国是农业大国，许多大中城市下辖市县又是重要的农业区。中国各大中城市燃气户生活垃圾中有机物含

量高于50%，含水率达50%左右，因此城市生活垃圾资源化处理采用堆肥技术，经分选、发酵处理的垃圾，制成有机肥或改土剂施用，肥效和经济效益均优于直接施用。既符合国情，又能达到无害化、减量化、资源化目的，它比卫生填埋可减少占用土地、节约投资、充分利用废物资源，而且以符合农用标准的腐熟堆肥为基料，配制高效系列有机复混肥前景相当广阔。

1.2 有机固体废弃物堆肥化可行性

1.2.1 有机固体废弃物资源的利用潜力分析

众所周知，固体废物属于“二次资源”或“再生资源”，虽然它一般不再具有它原有的使用价值，但是通过回收、加工等资源化途径，可以获得新的使用价值。我国是一个发展中国家，面对经济建设的巨大需求与资源、能源供应严重不足的严峻局面，推行固体废物资源化，不但可为国家节约投资、降低能耗和生产成本，并可减少自然资源的开采，还可治理环境、维持生态系统良性循环，是一项强国富民的有效措施。

据统计，目前我国有机废弃物的产生量每年50多亿吨，其总量约相当于7亿吨标准煤。其中畜禽粪便排放量（湿重）达 35×10^8 t，农作物秸秆产生量接近 9×10^8 t，饼粕类 0.25×10^8 t，此外还有人粪便 $(3.0 \sim 3.5) \times 10^8$ t，有机垃圾 1.6×10^8 t，农产品加工有机废物 $(0.5 \sim 0.65) \times 10^8$ t，污水污泥 2.5×10^8 t。据保守估算，仅秸秆和畜禽粪便的氮磷钾养分储量就已达到氮（N）470~550万吨、磷（ P_2O_5 ）280~310万吨、钾（ K_2O ）560~590万吨，总储磷量相当于当年全国施磷量的1/2，总储钾量为全国施钾量的2/3。另外还含有7亿多吨有机质以及作物生长所必需的中、微量营养元素。此外，这类废物是温室气体最大的产生源，若不能进行有效地利用或处置，将严重威胁农村的生态与环境安全，以及威胁我国的粮食生产安全和食品安全。

针对我国的实际情况，对有机废弃物的处理处置和资源化利用适宜于采用分散型处理模式。分散型处理与资源化技术是针对生产劳作中产生的废物（如作物秸秆、有机垃圾等）实施的就地处理技术，具有快速、高效、便利地处置量小、点多、分散分布废物的特点，与现有的农业生产和农民生活习惯相适应，易于推广应用。事实证明，废

弃物无害化、资源化、减量化和产业化已经迫在眉睫，成为世界性的亟待解决的问题。现代科学技术的发展完全可以使废弃物资源化，既保护生态环境，又增进生态系统中物质和能量的良性循环和合理转化，是协调人口、资源、环境与社会经济发展的有效途径，是治理废弃物及其环境污染的根本之策。

随着农业生产日益集约化，生产资料投入增加，农业生产有了飞跃的发展，有机肥料面临一系列新的问题和严峻的挑战。种植业逐渐转向省工、省力、高效、清洁的栽培方式，传统的有机肥料积、制、保、用技术已不能适应现代农业的发展。所以大量的有机肥资源被大量地丢弃和浪费，继而转变成为有机废物，最终成为了环境污染物。因此工厂化处理和综合利用有机废弃物资源，加工生产优质新型有机肥料、饲料和生物制品等，变废为宝，既是处理利用有机废弃物的根本出路，也是当今世界的发展趋势。近 20 年来，由于我国耕地土壤有机肥施用量逐年减少，靠化肥保持作物高产出现了土壤性状退化、盐渍化问题，土壤缓冲能力减弱，抗灾能力衰退；氮肥施用越来越多，土壤钾亏损严重，缺钾面积增大，严重缺钾或施钾有效的面积占总耕地的 50% 以上。而且中量元素缺乏面积日益扩大，其中镁占 17.8%、硫占 32%、钙占 50% 左右；在微量元素中，缺锌面积达 7.29 亿亩^①，缺硼 4.13 亿亩，缺钼 6.7 亿亩，缺锰 3.03 亿亩。

自 2000 年至 2004 年，我国的粮食总产量也在逐年降低，如何保障我国的粮食安全已成为国家经济进一步发展的重要限制因素。据联合国粮农组织统计，化肥对粮食产量的贡献率约占 40%。我国能以占世界 7% 的耕地养活占世界 22% 的人口，应该说化肥在其中起了重要作用；但同时也发现，化肥对粮食增产的贡献率也正逐渐降低，如 1990~2004 年的十几年间，中国化肥施用总量增加了 179.0%，年均递增率达 4.0%。2004 年化肥总施用量约达 4636.6 万吨，而同期粮食总产量只增加了 5.2%，年均递增率仅为 0.3%，且在 2000~2004 年间还曾出现负增长。这说明，今后不能仅仅依靠单纯地增加化肥投入来提高粮食产量。此外，由于化肥的不合理使用所造成的诸如土壤退化、土壤肥力下降、水体富营养化、水体和蔬菜硝酸盐超标等问题

① 1 亩=666.7 平方米。

也日渐突出，正成为影响我国生态环境安全不可忽视的重要因素之一。从20世纪90年代以来，由于有机肥的施用日渐减少，土壤的增产潜力也正逐渐降低；再者，我国的食品安全问题也成为近年来公众日益关心的问题。

受人口增加、耕地面积减少和社会需求增长等多重压力，决定了我国农业必须走高效节约型可持续发展的道路。利用有机废物生产有机肥料，对于改良土壤、培肥地力、缓解资源压力、保障环境安全、提高化肥利用效率、发展生态农业、大幅度提升农产品质量与产量、降低生产成本、改善城乡居民的生活环境，都具有十分重要的意义。随着人们生活水平的提高，有机废物资源的种类也越来越多，而且分布很广，涉及城市、农村、机关、学校、工厂、街道以及每一个家庭，对于这些有机废物资源的开发与利用，必将成为一项重要的社会产业。

1.2.2 有机固体废弃物堆肥化的意义

土壤是农业生产的主要自然资源，以土壤为中心由土壤与其环境条件组成的土壤生态系统的好坏决定了农业的可持续发展，而后者又决定了一个国家或民族的可持续发展。有学者做过这样的统计，一个国家或一个地区的经济发展能力和状况与该国家或该地区的土壤有机质含量成极显著相关，可见，土壤基础地力的重要性。

通常我们将不施肥条件下的作物产量定为土壤基础产量或土壤基础地力，大量的试验结果表明，不管施用多少化肥，土壤基础地力对作物产量的贡献率总是在60%~70%，如水稻的基础产量总是在350~400千克/亩（贡献率为70%左右），而小麦、玉米则分别在200~250千克/亩、300~350千克/亩（贡献率分别为65%和60%左右）。大量试验，土壤基础肥力高是实现作物遗传产量潜力的前提。由此可见，培肥土壤是确保作物高产稳产的关键因子；不仅如此，高肥力土壤具有更高的消除环境污染物的能力，从而使突发性污染事件不至于更大程度地污染农产品而危害人类健康；而且，高肥力土壤由于其协调土壤水肥气热的能力强、养分供应持续、土壤微生物和酶活力强等，使农产品品质和风味显著提高。

目前，由于自然资源的破坏，对土地的过度使用，土壤养分保持能力下降，土壤生物活性降低以及不明智的甚至是掠夺式的土地利用方式，导致许多肥沃耕地的生产力都在悄悄地衰竭退化。这一切都与