

中国有机肥料 养分志

全国农业技术推广服务中心 编著

中国农业出版社



中国有机肥料养分志

全国农业技术推广服务中心 编著

中国农业出版社

中国有机肥料养分志

全国农业技术推广服务中心 编著

* * *

责任编辑 毛志强

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京科技印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开本 13.5印张 300千字

1999年4月第1版 1999年4月北京第1次印刷

印数 1~4 000册 定价30.00元

ISBN 7-109-05171-4/S·3274

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

中华农业科教基金会简介

中华农业科教基金会经中国人民银行批准，民政部注册登记，于1995年12月20日成立。基金会得到国家科委、中国人民银行、民政部、农业部等部委的大力支持；得到国内外企业界、知名人士的积极响应。基金会归口农业部管理，接受中国人民银行和民政部监督。

中华农业科教基金会的宗旨是：通过广泛吸收国内外和社会各方面的资金，用以支持中国农业科教事业，补充国家主渠道对农业科技的投入，以加快实施“科教兴农”战略。

中华农业科教基金会的任务是：发展农业科教事业，推动农业科技进步，提高农业劳动者素质，促进中国农业发展和农村经济繁荣。基金会资助农业基础研究、应用研究、试验示范、成果推广和农业科教前沿重大课题的研究；资助有突出贡献和有发展潜力的中青年农业科技人才；资助优秀农业科技著作的出版；奖励在中国农业科教事业中做出重要贡献的个人。

中华农业科教基金会将根据政府制订的农村经济发展规划，定期公布资助方向。资助项目的遴选实行“公开申请，专家评审，民主公正，择优资助”原则。基金会建立严格的筹资、管理和使用制度，公正、合理、规范、科学、有效地使用农业科教基金，向捐赠者公开收支帐目，接受监督。

中华农业科教基金会热忱欢迎国内外企业、社团、各界人士向本基金会捐赠资金，本基金会可根据捐赠者的意愿，设立名人基金、专项基金等。

名誉主编：崔世安、郝林生、许维升

主 编：何平安 李 荣

副 主 编：邢文英 高祥照 黄增奎

编著人员（以姓氏笔划为序）：

刘子勇 邢文英 宋苊苞 苏云辉

何平安 李 荣 杜 森 罗为民

泉维洁 高祥照 黄增奎 童华英

蒋 琛 蔡耕鸣

数据处理：廖诗传 杜 森 陈守伦

数据复审：黄增奎 童华英 车 驷

资料收集：童华英 杜 森 何艳琴 陈守伦

有机肥料是中国农业生产中的重要肥料。有机肥料除含植物必需的氮磷钾外，还含有中微量营养元素。例如，畜、禽粪中含硼 21.7~24mg/kg，锌 29~290mg/kg、锰 143~261mg/kg、钼 3.0~4.2mg/kg、有效铁 29~290mg/kg。所以，有机肥料是一类含多种营养成分的肥料。特别需要强调的是，有机肥料养分中磷、钾比例较高，氮、磷、钾之比约为 1 : 0.52 : 1.25，由此表明，在中国施用有机肥对补充磷、钾，尤其是钾的不足，起着重要的作用。

有机肥与化肥之区别，还在于它富含有机质、生物活性物质（活性酶、氨基酸、糖类等）以及多种有益微生物（固氮菌、氨化菌、纤维分解菌、硝化菌等），可以改良土壤物理、化学和生物特性，熟化土壤，培养地力。施用有机肥料是保证中国农业持续发展的一项重大战略措施。

中国是一个传统农业国家，几千年来人们就是依赖施用有机肥料来培肥地力和提高农作物产量。尽管最后十几年来，中国肥料结构发生了重大变化，但直至今日，有机肥料在中国农田养分投入量中仍占有相当比重。从植物养分观点而言，有时我们也强调化肥在中国农业中的地位与作用，这是针对中国人多地少，农业要走高投入高产出的路子，单纯依靠农业内部的物质和能量循环，不足以满足人口快速增长和人民生活水平提高的需要，必须通过施用化肥，增加农业外部的能量和物质投入，以保证农业这个生态系统的良性循环。

有机肥料来源很多，人、畜粪便、农作物秸秆、绿肥、饼粕、草炭、城市生活垃圾、污水污泥等都是重要的肥源。可以说哪里有农业、畜牧业，哪里就有有机肥肥源，而且农业和畜牧业愈是发达，有机肥的资源愈丰富。实际上古往今来世界各国都在利用有机废弃物，只不过在利用的数量或方式上不同而已，不存在所谓的“无机农业”。片面强调和提倡“无机农业”或“有机农业”

都是有害的，现在和将来，不管在什么时候，都应当坚持走有机和无机肥料相结合的道路。

有机肥料（源）利用得当，可以培肥土壤、营养植物、促进农业生产发展，但若处理或利用不当，则会污染环境、妨碍卫生、影响人类健康。当前农作物秸秆和规模化养殖场的畜、禽粪便以及城市生活垃圾的处理与利用问题，已日益引起人们的关注。不少地方的农民将多余的秸秆采用就地焚烧的办法，这不仅污染大气，还影响到航空、铁路、公路的交通安全。大型养殖场的畜、禽粪便及城市生活垃圾不能及时地科学地处理，也必将恶化周围环境，妨碍卫生，进而影响人类生活质量。解决这些问题，一方面需要有政府的行为，包括增加投入和制订有关法规，另一方面有关科研和推广部门也应把它看作自己的职责，积极参与研究开发有机废弃物的省工、节能、高效利用技术。从现代科学的观点来说，有机废弃物的开发与利用已不能仅仅把它当作农业生产的一类优质肥料，而且也是治理环境的一项重要工作。

《中国有机肥料养分志》汇集了 20 世纪 90 年代农业部在全国进行的 600 个县、3 500 个乡镇、12 万个农户的典型调查材料，以及采集的 2.6 万余份有机肥料（源）样本分析结果，全面而系统地研究与评价了中国各类有机肥料的肥源量，它的分布特点和品质状况，同时，总结提出了各地开发与利用各类有机肥料肥源的经验，这些经验既有传统的，但主要是介绍了近 10 年来的研究与开发的成就。该书的基本特点是资料新而齐全。

《中国有机肥料养分志》是中国土壤肥料工作中继全国第二次土壤普查后又一项基础性研究成果，也是中国迄今为止最为系统、全面地论述有机肥料肥源的一部专著，可作为国家和各地政府部门决策、制定法规以及农业部门指导生产的科学依据。它的问世必将在农业生产和环境保护中产生重大影响。

李家康

中国是农业生产大国,有机肥料种类繁多,资源丰富,蕴藏量大。据农业部统计资料,1993年全国有机肥料施用总量达到28亿t,1994年我们据典型调查推算,全国有机肥料施用总量已经达到30亿t。有机肥料养分投入占全年农田养分投入总量的54.24%。中国在积制、保存、施用有机肥料方面有着优良传统和丰富经验,中国第一部古书《诗经》里就有锄草沤肥、使黍稷生产旺盛的记载;汉《汜胜之书》里讲到肥料种类已经有蚕矢、骨汁、粪便等;明代《天工开物》里列举7种饼肥。粪肥品种在宋、元时期,就已经有60多种,明清时期发展到140多种。清代杨山山在《知本提纲》中把中国农家有机物分为:人粪、牲畜粪、草粪、泥粪、骨蛤灰粪、苗粪、渣粪、黑豆粪、火粪、皮毛粪等10大类,至今仍有参考价值。

新中国成立40多年来,党和政府对有机肥料非常重视,并制订了一系列方针政策。新中国成立初期,农业部于1958年在总结农民积肥、造肥、保肥和施用有机肥料经验的基础上,将肥料分为有机肥料、无机肥料、细菌肥料和微量元素肥料4个部分,汇编出版了《肥料志》,其中有机肥料记载96个品种,对推动当时农业生产起到了积极作用。以后大专院校和科研部门也陆续出版了肥料或专门阐述有机肥料方面的著作。

1990年农业部原全国土壤肥料总站决定在全国11个省(自治区)开展“有机肥料品质及其分布调查”工作,计划编写《中国有机肥料养分志》,经过几年的努力,现已经完成了编写任务。《中国有机肥料养分志》是把中国现有的有机肥料按其相同或相似产生环境或施用条件,类似性质功能和积制方法,分成一群一群的有机肥料实体,即粪尿类、堆沤肥类、秸秆类、绿肥类、土杂肥类、饼肥类、海肥类、腐殖酸肥类及农用城镇废弃物类。全书共收集品种272个,分9章,共计30万字。该书具备以下主要特色:

农业部原编写的《肥料志》迄今已有 30 多年,随着农业生产大发展,各种有机肥料资源的开发利用增加了,农村经济得到了发展,在商品市场开放条件下,价值观念也发生了变化,农村劳动力逐渐转移,继续推广原有的有机肥料积存和施用方法出现了一定的难度。再加上有机肥料品种之间的地位与作用也都发生了显著的变化,类似秸秆直接还田、农用城镇废弃物的处理和应用等变革或变化中的新鲜经验,都在新编著的《中国有机肥料养分志》里有所反映,无疑是该书特色之一。

该书数据翔实,全国共采集、化验了各类有机肥料样本 2.6 万余个,并经过科学的数据分析,数据准确、完整,具有可比性,是该书特色之二。

调查分析项目除主要大量营养元素、中量和微量元素等常规项目外,还根据有机肥料不同类别的特点,部分测试了速效性养分、农药残留、重金属污染元素、粗脂肪、氨基酸等 69 个项目。分析项目多,同时考虑生产实际需要和便于分析结果相互比较的需要,除液体样品外,其他主要品种主成分含量同时列出“鲜基”和“干基”两个基态数据,“鲜基”相当于施用实物中的成分含量,“干基”用于评价比较品种之间成分含量高低,更进一步增强实用性、可操作性和科学性,是该书特色之三。

在社会主义市场经济条件下,规模经营不断扩展,有机肥料专业化、工厂化和商品化生产已经提到议事日程上了,有的地区正在积极试点、推广。有机肥商品需要有质的量化概念,过去普遍认为“越黑越臭”就是优质的有机肥料,这种感官反应是不可取的。《中国有机肥料养分志》首次应用“全国有机肥料品质分级标准”,按粗有机物和主要养分(全氮、全磷、全钾)含量,对照有机肥料 4 要素分级表和品质总分分级表(1~5 级),来区分主要品种间的品质评级。这种创意性尝试在各省试用后,很快就被广大科技工作者所接受,并在实践中应用,属该书特色之四。

《中国有机肥料养分志》共收集 272 个品种,其中某些品种,如海肥、饼肥等,以往作肥料施用,而现在多数是过腹还田,但为了本书的完整性,还是保留部分篇幅。其次本文引用的部分资料,为了与以往资料的衔接,仍采用原用计量单位,特此说明。

中国有机肥料生产使用是一项重要社会产业,农牧业越发达,有机肥资源就越丰富,利用得好,能培肥地力,营养植物,给社会创造财富;反之则污染环境,破坏农业生态平衡。所以,做好有机肥料工作是一件利在当前、荫及子孙、造福后代的大事。《中国有机肥料养分志》是“全国有机肥料品质及其分布调查”成果之一,是集体劳动的结晶,它的问世,在国内填补和丰富了有机

肥料单个品种的空白，将对中国的农业生产和有机肥料建设起到积极的推动作用。

编者要衷心感谢关心、支持本书出版的各级领导、专家教授和 11 个省（自治区）土壤肥料测试中心同仁们的积极合作。

限于收集资料不够完善和编写水平，难免有错误处，竭诚请肥料界同仁和广大读者批评指正。

编著者

1998 年 8 月

序

前言

第一章 粪尿类	1
一、人粪尿	1
二、猪粪尿	5
三、牛粪尿	8
四、羊粪尿	11
五、马粪尿	14
六、驴、骡粪尿	16
七、兔粪	18
八、鸡粪	19
九、鸭粪	21
十、鹅粪	22
十一、鸽粪	24
十二、蚕沙	25
十三、其它动物粪尿	26
第二章 堆沤肥类	28
一、厩肥	28
二、堆肥	39
三、沤肥	46
四、沼气肥	50
第三章 秸秆类	53
一、稻草	53
二、麦秸	57
三、玉米秸	60
四、大豆秸	63
五、绿豆秸、蚕豆秸、豌豆秸	65
六、高粱秸、谷子秸	67

七、大麦秸、荞麦秸、燕麦秸·····	68
八、甘薯藤、马铃薯茎·····	70
九、油菜秸·····	72
十、花生秸·····	74
十一、向日葵秆·····	76
十二、棉秆、麻秆·····	76
十三、甘蔗茎叶、烟秆·····	77
十四、各种瓜类、叶类,包括西瓜藤、冬瓜藤、南瓜藤、黄瓜藤、梨瓜藤·····	79
十五、辣椒秆、番茄秆、洋葱茎叶、芋头茎叶·····	80
十六、香蕉茎叶、草莓秆·····	81
第四章 绿肥 ·····	82
一、紫云英·····	82
二、苕子·····	84
三、箭筈豌豆·····	87
四、草木樨·····	89
五、田菁·····	91
六、金花菜·····	93
七、紫花苜蓿·····	95
八、怪麻·····	97
九、沙打旺·····	98
十、多变小冠花·····	100
十一、蚕豆·····	101
十二、豌豆·····	102
十三、绿豆·····	104
十四、豇豆·····	105
十五、饭豆·····	107
十六、菜豆·····	108
十七、山豆·····	110
十八、猪屎豆·····	111
十九、三叶草·····	112
二十、泥豆·····	114
二十一、含羞草·····	114
二十二、肥田萝卜·····	115
二十三、油菜·····	117
二十四、满江红·····	119
二十五、水花生·····	121
二十六、水葫芦·····	122
二十七、水浮莲·····	124

二十八、肿柄菊	126
二十九、飞机草	127
三十、小葵籽	128
三十一、籽粒苋	129
三十二、紫穗槐	131
三十三、马桑	132
三十四、黄荆	133
三十五、野葛	134
三十六、山毛豆	136
三十七、银合欢	137
三十八、构树	137
三十九、桤木	138
四十、盐肤木	140
四十一、苦楝	140
四十二、蒿草及其它菊科绿肥	140
四十三、茅草	142
四十四、其它常用木本绿肥	142
第五章 土杂肥	145
一、肥土	145
二、泥肥	148
三、草木灰	151
四、杂灰渣及废弃物	155
第六章 饼肥类	159
一、大豆饼	159
二、花生饼	161
三、油菜籽饼	162
四、棉籽饼	163
五、芝麻饼	165
六、葵花籽饼	166
七、桐籽饼	167
八、茶籽饼(茶枯)	168
九、蓖麻籽饼	169
十、胡麻饼	170
十一、兰花籽饼	170
十二、烟籽饼	171
十三、其它饼肥	172
十四、糟渣肥	172
第七章 海肥类	176

一、海钱	176
二、海乳	177
三、红螺	177
四、蚝镜	177
五、海五星	178
六、海风车	178
七、干蟹	179
八、虾杂类	179
九、介壳	180
十、狗罗花脯	181
十一、海酵母脯	181
十二、黑蛤蜊	181
十三、海蛎子皮	182
十四、蛤蜊皮	182
十五、海蜇子	182
十六、蛭子	183
十七、马牙子	183
十八、鱼鳞	184
十九、鱼类	184
二十、鱼杂类	184
二十一、贝杂类	185
二十二、虾池泥	186
二十三、海藻类	187
二十四、其它海肥	188
第八章 腐殖酸类肥类	189
一、泥炭、褐煤、风化煤	189
二、腐殖酸类肥料种类	192
第九章 农用城镇废弃物类	195
一、城市垃圾	195
二、城市污水	196
三、城市污泥	197
四、粉煤灰	198
五、糠醛渣	199
六、钢渣	200

第一章 粪尿类

粪尿是动物的排泄物，养分全，含量高，腐熟快，肥效好，是优质的有机肥料。

粪尿类包括人粪尿、家畜粪尿、禽粪、蚕沙等。各种粪尿的成分、特性、资源数量因动物种类、数量、食物结构的不同差异很大。

一、人粪尿

人粪尿是人粪、人尿混合物的总称。人类利用世界上一切有用的食物资源，经过消化、吸收和新陈代谢后，部分贮存在体内，绝大部分以粪尿排出，成为肥料。由于人粪尿肥分浓厚、养分齐全、肥效快、数量大，因此在全国各地均为大宗肥源。随着社会的发展，人们食物结构的改善，人粪尿的成分及利用方式已起着变化，而且因人口增加，人粪尿资源与日剧增，逐渐成为环境保护、环境卫生和农用肥料相互渗透的新课题。

1. 资源及分布

据四川、河南等省调查，成年人年均排泄量为 693.0kg，其中粪 113.7kg、尿 579.3kg，尿比粪在数量上多 5 倍。按 15 岁以上的人口数乘年排泄量计，1994 年全国有人粪尿资源量 64 994 万 t，其中农村资源 49 864 万 t，占人粪尿资源总数的 76.7%，平均每公顷耕地占有资源量 5250kg。按粪、尿比例计，人粪资源量为 10 659 万 t、人尿资源量为 54 335 万 t。可提供氮 406.3 万 t、磷 48.5 万 t、钾 106.3 万 t，占整个粪尿类所提供的氮、磷、钾总和的 1/5。还能提供有机物 2 196 万 t；铜、锌、铁、锰、硼、钼等微量元素 8.9 万 t；钙、镁、硫、硅等营养元素 293.7 万 t。由此可见，人粪尿是提供养分数量较多的肥料。

人粪尿是量大面广的一种肥源，各地均有分布，其中人口较多的四川、河南、山东、江苏、广东、河北、湖南等省，其资源

量相对较多。

2. 品质评价

人粪的成分受食物结构的影响,其有机物主要有纤维素、半纤维素、蛋白质及其分解产物,还含有硅酸盐、磷酸盐、氯化物等盐类及粪胆质、色素、吲哚、硫化氢、丁酸等带臭味的物质,同时,人粪中含有病菌和寄生虫卵。

人尿含水量在96%左右,可溶性有机物质和无机盐在4%左右,其中尿素和食盐含量较高,并含有少量尿酸、马尿酸、磷酸盐、黄嘌呤、氨盐及各种微量元素,鲜人尿多呈中性,贮存中因尿素水解成碳酸铵后呈碱性。

据11个省(自治区)的调查测试,鲜人粪中养分平均含量为:全氮1.16%、全磷0.26%、全钾0.30%、水分80.7%、粗有机物15.2%、C/N8.06、粗灰分4.2%、pH6.8~7.2;微量元素含量比较丰富,各元素的平均含量为:铜13.4mg/kg、锌66.9mg/kg,是粪尿肥中含锌量最多的一个品种,铁489mg/kg、锰72.0mg/kg、硼0.90mg/kg、钼0.60mg/kg;钙、镁、氯、钠、硫、硅含量分别平均为0.30%、0.13%、0.16%、0.20%、0.11%、0.28%,其中氯、钠含量是粪尿类中较高的品种之一(表1-1)。

表 1-1 人粪养分含量

分析项目	烘 干 基			鲜 基		
	样本数	平均值	95%置信限	样本数	平均值	95%置信限
水分(%)				69	80.670	79.291~82.048
有机碳(C,%)	33	36.775	33.225~40.325	12	9.517	8.895~10.139
粗有机物(%)	198	71.865	69.108~74.622	194	15.196	14.027~16.366
全氮(N,%)	209	6.382	6.057~6.706	219	1.159	1.101~1.217
C/N	159	8.062	7.343~8.781			
全磷(P,%)	224	1.322	1.234~1.410	243	0.261	0.240~0.282
全钾(K,%)	215	1.604	1.529~1.679	242	0.304	0.285~0.323
pH				214	7.019	6.852~7.185
灰分(%)	47	22.416	18.427~26.404	42	4.172	3.205~5.138
钙(Ca,%)	51	1.952	1.584~2.321	42	0.304	0.238~0.370
镁(Mg,%)	47	1.051	0.866~1.236	44	0.133	0.105~0.161
钠(Na,%)	50	0.746	0.614~0.878	47	0.197	0.124~0.270
铜(Cu,mg/kg)	50	69.682	48.065~91.299	46	13.406	8.701~18.111
锌(Zn,mg/kg)	52	340.459	281.388~399.530	50	66.953	53.184~80.723
铁(Fe,mg/kg)	52	2 751.975	1 335.811~4 168.138	50	489.096	230.878~747.314
锰(Mn,mg/kg)	51	298.048	218.939~377.158	51	72.011	47.217~96.805
硼(B,mg/kg)	16	4.263	2.618~5.908	16	0.866	0.556~1.177
钼(Mo,mg/kg)	33	3.484	2.662~4.306	33	0.559	0.424~0.695
硫(S,%)	33	0.567	0.445~0.689	22	0.110	0.081~0.139
硅(Si,%)	28	1.863	1.255~2.472	21	0.281	0.155~0.408
氯(Cl,%)	20	0.497	0.314~0.680	10	0.159	0.058~0.260

人尿全氮平均含量 0.53%、全磷 0.04%、全钾 0.14%、水分 96.9%、粗有机物 1.2%、pH8.0~8.3；各微量元素的平均含量为：铜 0.2mg/kg、锌 4.3mg/kg、铁 30.4mg/kg、锰 2.9mg/kg、硼 0.4mg/kg、钼 0.08mg/kg；钙、镁、氯、钠、硫、硅的平均含量分别为 0.10%、0.03%、0.20%、0.23%、0.04%、0.21%，其中氯、钠含量居粪尿类之首，见表 1-2。

表 1-2 人粪尿、人尿养分含量（鲜基）

分析项目	人 粪 尿			人 尿		
	样本数	平均值	95%置信限	样本数	平均值	95%置信限
水分(%)	133	90.252	88.707~91.796	191	96.977	96.525~97.429
有机碳(C,%)	60	2.498	1.422~3.575	62	0.471	0.397~0.546
粗有机物(%)	109	4.804	3.774~5.834	183	1.217	0.933~1.501
全氮(N,%)	255	0.643	0.533~0.753	294	0.526	0.499~0.553
C/N	92	3.431	2.814~4.048	103	1.303	0.901~1.704
全磷(P,%)	248	0.106	0.088~0.124	287	0.038	0.031~0.044
全钾(K,%)	256	0.187	0.153~0.220	291	0.136	0.123~0.149
pH	192	7.794	7.680~7.909	221	8.127	7.993~8.262
灰分(%)	36	1.948	1.549~2.347	36	1.326	1.204~1.448
钙(Ca,%)	67	0.253	0.180~0.325	56	0.101	0.038~0.164
镁(Mg,%)	66	0.074	0.041~0.106	40	0.034	0.010~0.058
钠(Na,%)	44	0.163	0.129~0.197	49	0.233	0.188~0.278
铜(Cu,mg/kg)	69	4.986	2.869~7.103	45	0.246	0.077~0.416
锌(Zn,mg/kg)	78	21.241	14.729~27.753	73	4.274	2.494~6.054
铁(Fe,mg/kg)	78	294.478	170.755~418.201	70	30.434	4.749~56.120
锰(Mn,mg/kg)	80	46.052	24.885~67.219	56	2.892	1.808~3.976
硼(B,mg/kg)	16	0.705	0.517~0.893	24	0.437	0.356~0.518
钼(Mo,mg/kg)	33	0.334	0.190~0.478	35	0.082	0.057~0.106
硫(S,%)	12	0.041	0.031~0.051	10	0.036	0.025~0.047
硅(Si,%)	9	0.248	0.099~0.397	4	0.208	
氯(Cl,%)	4	0.178		12	0.200	0.188~0.212

因人们的生活习惯、食物结构和经济生活水平的差异，各地人粪尿养分含量也不完全一致。据四川省调查测定，城镇人粪中氮、磷、钾的含量高于农村人粪，而粗有机物则是农村略高于城镇（表 1-3）。

表 1-3 城镇与农村人粪养分含量比较（烘干基）

采样地点	粗有机物(%)		全氮(%)		全磷(%)		全钾(%)	
	城 镇	农 村	城 镇	农 村	城 镇	农 村	城 镇	农 村
四川乐至	87.8	90.1	6.97	4.95	1.01	0.99	2.29	1.77
四川涪陵	88.6	89.6	8.99	7.10	1.34	1.24	1.61	1.50

由以上资料可见，人粪尿养分含量高，氮素、磷素较多，碳氮比值较小，腐熟快，易