

83C0004

粪便无害化卫生标准

— 科研报告·文献资料选编

中国医学科学院卫生研究所印

1983 年 月

目 录

1. 关于粪便无害化卫生评价标准问题(综述)-----1
潘顺昌
2. 关于日本印度粪便卫生处理情况的考察报告-----11
卫生部粪便卫生处理考察组
3. 关于对《粪便无害化评价标准》(征求意见稿)的修改意见-18
4. 我国粪便无害化处理概况-----23
5. 粪库(池)建筑与使用状况和卫生效果的调查研究-----26
中国医学科学院卫生研究所
6. 北京市五道口积肥站堆肥试验结果-----28
中国医学科学院卫生研究所
7. 温度对蝇蛆生活力影响试验-----31
潘顺昌等
8. 沼气池粪液中大肠杆菌检验方法的研究报告-----37
河南省卫生防疫站等
9. 沼气池中蛔虫卵和大肠菌检验方法研究-----43
易优良等
10. 北京市粪便的肥效与蛔虫卵数量及生活力的调查报告--48
中国医学科学院卫生研究所环境卫生研
究室

11. 三格化粪池处理粪便的效果观察	51
--------------------	----

湖北省黄冈地区卫生防疫站

12. 利用三格化粪池厕所管粪的卫生效果调查	61
------------------------	----

湖南省卫生防疫站等

13. 沼气池粪液中粪便大肠菌群检验方法的研究	66
-------------------------	----

潘长庆等

14. 粪稀中蛔虫卵滤膜培养法及清水培养法的比较	72
--------------------------	----

严秀宣等

关于粪便无害化卫生评价标准问题(综述)

中国医学科学院卫生研究所

潘顺昌

一、粪便处理的目的意义:

粪便的排除量每人每天约1.2~1.4升,粪便的性状因受各种因素影响而有所差异,一般的粪便性状如表1所示。粪便是肥分很高的重要有机肥料,自古以来就被广泛利用于农业生产。但是,另一方面由于粪便中含有肠道致病菌、寄生虫卵和病毒(伤寒、痢疾、血吸虫病、钩虫病、脊髓灰质炎、传染性肝炎等病原体),在缺乏卫生管理的条件下,往往孳生苍蝇,传播疾病,危害人体健康。七十年代以来,防止污染,保护环境的问题日益为人们所重视,因而对粪便处理也提出了更高的要求。总的说来,粪便处理有以下目的:

1. 粪便无害化:杀菌灭卵,防蝇除臭,除害灭病;
2. 有机物的稳定化:粪便中的腐败有机物在处理过程中被分解,变之无机化而趋于稳定;
3. 最终处理减量化:粪便处理后,形成消化污泥或残渣,由于含水分大,不易最终处理,尚需脱水和干燥,以利运输和利用;
4. 防止水域富营养化:氮、磷是富营养化的原因物质,通过高级处理(三级处理)除去粪便中过高的氮、磷,使之排入水域不致引起富营养化,这一点,对于环境保护来说,极为重要。

二、关于粪便无害化卫生评价标准问题

一个国家的粪便处理状况和下水道普及率的高低有很大关系。美国国家下水道普及率达70~80%以上,城市几乎100%,这些国家粪便多由水冲厕所流入下水道而成生活污水,经城市污水处理场处理后排放。我国城市的下水道普及率低,广大农村几乎没有下水道,

全是掏取式厕所。因此，在我国城乡都存在一个粪便处理的问题。目前，我国的粪便无害化方法主要有高温堆肥法、沼气发酵法、密闭贮存法、三格化粪池处理法和化学药物杀卵法等。

利用秸秆、草料等混掺畜粪便进行高温堆肥，是一个处理人畜粪便的简易方法。为了评价堆肥的卫生效果，必须选择能够代表堆肥生物学过程的一个或若干个因素作为指标。根据我们现场堆肥的实践并参考一些文献资料，认为堆肥温度、大肠菌值和蛔虫卵生活力是评价堆肥卫生效果的重要指标。同时要有效地防止苍蝇孳生。从卫生角度说，我们认为以 $50\sim60^{\circ}\text{C}$ 的堆温范围较好，并建议以 $50\sim55^{\circ}\text{C}$ 作为城乡垃圾（或秸秆）粪便堆肥的卫生评价标准。实践证明，只要掌握制作堆肥的基本条件，达到 50°C 以上的温度是完全可能的（见表2）。苏联文献报导了堆肥中大肠菌和肠道致病菌的生存期限，在高温堆肥情况下，埋入的试验样品，当大肠菌值为 10^3 时，伤寒、痢疾杆菌均已死灭（见表3）。考虑到现场堆肥和实验室条件有很大差异，而堆肥中的温度又不可能很均匀。因此，不能单纯根据实验室条件下致病菌的致死温度和作用时间作为评价堆肥卫生效果的唯一依据，而必须重视现场的实际结果来确切地加以评定。所以，我们认为，在进行堆肥的实验研究时，除了用大肠菌值作为指标外，采用致病菌试验样品埋入堆肥的方法，直接观察致病菌在堆肥中的生存期限也是必要的。我们在实验室条件下（控制一定相对湿度），进行了温度对痢疾菌生活力的影响试验，证实了痢疾菌（福氏和宋内氏痢疾菌）在试验样品中的生存期限为： 45°C 可生存7~12天， 50°C 为6~9天， 55°C 为5~24小时， 60°C 为1~5小时。而含有痢疾菌的试验样品，在堆肥 55°C 以上的情况下，埋入现场堆肥的肥堆中，5天后取样检验时，

已不能发现痢疾菌。至于蛔虫卵生活力是评价堆肥卫生效果直接而可靠的指标。据小县氏资料，不同温度对蛔虫卵的杀灭时间是：70℃1秒、65℃2秒，60℃5秒，50℃45分钟。我们在进行温度对蛔虫卵生活力影响试验中观察到（见表4）当温度45℃时，持续作用16天，尚有部分活虫卵，50~55℃时，持续作用1~3天，蛔虫卵绝大部分死亡，而当温度60~75℃时，只经一天，蛔虫卵全部死亡。在现场堆肥试验中观察到，好气性堆肥有良好的卫生效果（见表5）。

关于沼气发酵条件下，除了与堆肥卫生评价的共性指标外，下列指标可供参考。粪便经消化处理后BOD应除去80%，消化脱离液（沼气水）的BOD应在2500PPM以下，经水稀释后，BOD在30PPM以下，SS在70PPM以下方准排放。消化池脱离液经氯消毒后，排放水的大肠菌群数每毫升3000个以下，消化污泥中含大量活的寄生虫卵，必须进行处理。

表1 粪 便 的 性 状

项 目		标 准 值
P H		7~9
B O D	P P M	1 3,500
C O D	P P M	4,000
S S	P P M	2 1,000
氯化物	P P M	5,500
总固体	P P M	3 0,000
全氮	P P M	5,500
氮离子		5,500
磷	P P M	1,000
细菌总数	M L	$10^8 \sim 10^{10}$
大肠菌数	M L	$10^6 \sim 10^7$
蛔虫卵数	M L	4 0~100
比重		1.02
沉砂量	%	0.3
钾		0.2~0.3
水分	%	9 7~9 8

(引自日本资料)

表2 天津市河西区米字型堆肥的堆温状况

号	堆肥日期	观察期间的堆温℃最低~最高	观察期间的气温℃最低~最高	堆温升到60℃所需的天数	60℃堆温之持续天数	观察天数
1	4/1	-1~67	-8~5	21	6	27
2	21/1	-2~67	-13~6	17	7	24
3	11/2	-1~75	2~8	7	11	18
4	1/2	-2~64	4~18	15	10	27
5	1/3	11~75	5~18	13	13	28
6	11/3	12~77	12~23	4	24	28
7	21/3	26~65	12~21	7	13	24
8	2/4	46~72	12~32	5	17	22
9	11/4	40~70	12~32	3	15	18
10	21/4	33~63	20~33	7	7	17
11	3/5	35~62	14~30	4	4	18
12	11/5	37~72	14~28	4	20	2
	1/6	43~68	21~28	1	23	28
14	11/6	47~78	21~28	1	15	16
15	21/6	48~72	24~28	1	12	13
16	1/7	40~67	23~28	3	4	14
17	11/7	39~70	25~32	1	9	10
18	11/8	37~70	26~29	1	4	5
19	21/8	40~72	26~28	1	3	4

表3 堆肥样品的卫生细菌学研究结果

采样深度	样品埋藏 天数	一克垃圾中的 细菌总数(千)	大肠菌值	致病菌	
				伤寒菌	痢疾菌
0~30	10	15514	0.001	检出	检出
厘米	20	9300	0.001	检出	未检出
	30	9200	0.01	未检出	未检出
	40	5700	1.0	未检出	未检出
30厘米	50	4500	> 1.0	未检出	未检出
~1.5米	50	5600	> 1.0	未检出	未检出
	82	4400	> 1.0	未检出	未检出

表4 不同温度对蛔虫卵生活力的影响(虫卵数/5克样品)

温度作用时 间 天	45℃		50℃		55℃		60℃		75℃	
	活卵	死卵	活	死	活	死	活	死	活	死
1	544	41	/	/	20	56	0	96	0	69
2	585	342	/	/	5	24	0	6	0	12
3	94	223	10	204	1	58	0	10	0	0
5	18	236	12	113	/	/	0	6	0	0
10	313	18	2	73	0	413	0	0	0	0
对 照	933	13	406	11	406	11	933	13	933	13

表5 好氧性堆肥的卫生效果

堆肥编号	堆温℃		堆积天数	大肠菌值	蛔虫死亡率%
	最高堆温	55℃以上 堆温 持续天数			
1	78	22	新鲜堆料	4×10^{-9}	1.6
			10	10^{-1}	100.0
			20	4×10^{-4}	100.0
			30	10^{-1}	100.0
2	78	22	新鲜样品	4×10^{-8}	1.6
			10	4×10^{-2}	88.0
			20	10^{-2}	100.0
			30	4×10^{-4}	100.0
3	77	16	新鲜样品	4×10^{-8}	5.2
			10	10^{-3}	89.5
			20	4×10^{-3}	98.7
			30	4×10^{-3}	98.8
4	74	8	新鲜样品	4×10^{-8}	0.8
			10	4×10^{-4}	17.6
			20	4×10^{-3}	98.8
			30	4×10^{-3}	86.3
5	72	4	新鲜样品	4×10^{-8}	2.1
			10	10^{-2}	99.7
			20	4×10^{-3}	100.0
			30	4×10^{-3}	100.0

堆肥的性质和成分标准 (苏联)

序 号	指 标 名 称	标准 (作有 机肥料用)
1	水分, % 不大于	50
2	PH, 不小于	6.5
3	有机物, 干重%, 不小于	25
4	营养物质含量, 干重%, 不小于	
	氮 (N)	1.0
	磷 (P ₂ O ₅)	0.5
	钾 K ₂ O	0.4
	钙 (CaO)	2~5
5	碳氮比 C:N, 不大于	25
6	堆肥颗粒直径 (玻璃除外, mm, 不大于)	25
7	玻璃颗粒直径, mm, 不大于	5
8	玻璃颗粒含量:	
	直径 3—5 mm, %, 不大于	2
	其中单个颗粒直径应 10 mm	
	$\frac{W_2}{W_1}$, 不大于	4
9	异物直径 (石块、金属、橡皮、木片、纸料等)	
	mm, 不大于	20
10	异物含量%, 不超过	4
11	大肠菌值, 不小于	0.01~0.1

污泥堆肥指标

(日本下水污泥资源利用协议会堆肥专业委员会, 1980)

一. 管理(制造)标准

①一次发酵—发酵期限10—14天, 发酵温度65℃,
持续48小时;

②二次发酵—含水率保持40—50%进行堆积, 初期每周翻堆一次, 直到几乎不再升温。以后经常翻堆, 堆积1—3个月以上。

二. 质量标准

判定未付熟堆肥和付熟堆肥(经付熟30天后)

①堆肥的含水率

②烧灼减量

③C/N

④全碳

⑤硝酸盐氮

⑥BOD

三. 其他标准

①幼小植物试验

②无恶臭, 手摸无异物感

③保持含水率60%, 在30℃恒温箱内放置3天, 无恶臭。

日本粪便处理场放流水的排放标准

项 目	标 准	日平均值
BOD	30 mg/l	
SS	70 mg/l	
大肠菌群数	3000个/ml	

日本粪便净化槽的BOD标准

种 别	标准值
100人以下	90 P P m 以下
101~500人	60 P P m 以下
501人	30 P P m 以下

堆肥过程中对病原菌的杀菌条件

(U S E P A , 1979)

①一般的杀菌

40℃, 5天(其中4小时必须超过55℃)

②高度的杀菌

55℃, 3天以上(堆肥装置, 自然堆肥)

55℃, 15天以上(广牧沟方法)

堆肥的金属含量标准(日本)

项 目	标 准(干物中)
镉(Cd)	5 P P m 以下
砷(As)	50 P P m 以下
汞(Hg)	2 P P m 以下

关于日本印度粪便卫生处理情况的考察报告

卫生部粪便卫生处理考察组

根据卫生部和WHO的科学技术合作实施计划，卫生部和中央爱卫会派出了粪便处理考察组一行三人，于一九八二年六月六日至七月三日赴日本、印度进行专业考察。考察组共参观访问了八个城市24个单位（包括行政管理部门、科研单位和处理场等），受到了日本厚生省、国际科技协力团和WHO东南亚区办事处、印度工程住房部以及各有关人员热情友好地接待，参观了不同类型的固体废物处理现场。两国有关部门介绍了粪便管理经验及无害化处理情况，并提供了有关科学资料。考察组在日、印期间，通过讨论和交谈，也介绍了我国粪便卫生处理情况，对所接触到的各阶层人士积极开展友好工作。总的说来，这次考察是有收获的，大体上了解了日、印两国粪便处理的历史、现状和发展趋势，看到了一些先进技术，两国的粪便处理经验，可供我国开展国际饮水供应和环境卫生十年活动加以借鉴。现将日、印两国粪便卫生处理的情况报告如下：

一、日、印两国基本情况

①日本：

日本全国下水道普及率约为30%，大城市普及率较高，如东京都内23个区，下水道普及率为74%。日本的粪便清除和处理，是由厚生省和各级清扫局负责管理。他们根据本国实际情况，确定自己的方针，采用现代科学技术对粪便进行严格管理和卫生处理，并注意把废弃物作为资源化利用，取得了较好的成就，受到许多国家的重视。联合国的一些机构世界银行、WHO、UNICEF、UNDP等均给予赞许和支持。日本受联合国有关机构的委托，计划在1985年召开亚太区粪便处理学术交流会。

日本的粪便处理情况是，用粪便处理场处理占40%，用粪便净化槽处理占22%，投入下水道处理占21%，投海处理占14%，其他占3%。从粪便处理设施来看，现有处理场1253个，处理能力约每天10万吨，处理量每天3万吨。粪便处理方式，嫌气性处理占56%，好气性处理占37%，化学处理和湿式氧化占7%。近三年来，嫌气性处理有所减少，好气性处理有所增加。在下水道不完备的地区，推行用粪便净化槽处理，发展较为迅速，1979年已达到370万个（约2500万人使用），每年增加30~40万个。粪便净化槽的污泥量很大，1976年为每天14,000吨，1979年为每天20,400吨，增至1.4倍。据介绍，日本新建的粪便处理场80%是好气性的。嫌气性和好气性处理优缺点是：①嫌气性处理占地面积大；②嫌气性处理基建投资大（嫌气性处理需30元，好气性处理只需1~2元）；③日常运转费，嫌气性便宜，好气性较贵（因加空气需耗动力）；④嫌气性污泥易脱水，好气性污泥难脱水，农民喜欢用嫌气性污泥（水分少，无混凝剂等化学物质）；⑤嫌气性处理可制取沼气供能源利用。关于粪便处理日本今后的研究方向是：①粪便高级处理的普及和无害化设施的研究；②富营养物质氮、磷的去除；③高负荷、低稀释处理技术的开发。粪便处理的评价标准过去为BOD、SS、大肠菌群三项，现在要求提高，增加COD、色度、氮和磷作为粪便处理的评价项目。

日本的城市垃圾是分类收集的（分五类），1979年每天垃圾总排出量96,000吨，每年3500万吨，平均每人每天排垃圾824克，处理方法：焚烧占65.2%，填埋25.1%，堆肥化等0.3%，其他2.4%。垃圾处理设施接近二千个，处理能力每天145,000吨，废自行车、家具、家庭电器等粗大垃圾处理设

施323个,处理能力每天16,000吨,垃圾填埋处理场2475个,面积4700万 m^2 ,剩余容量尚有2亿 m^2 。

②印度:

印度有6亿五千多万人口,其中农村人口占75%。据介绍在全国3250个城镇中200个城镇有下水道系统,但不完备。人口十万人以上的城市有150个。由于民族习惯,印度城乡的厕所很少,随地便溺现象较普遍,粪便较难收集,流失很多、不利于环境卫生改善,也不利于农业的粪肥利用。目前印度以牛粪为原料的沼气池有8—10万个沼气的推广工作由全国统一的KVIC负责,沼气池已定型化,有垂直式和水平式两种,采用浮沉缸式,盖为金属制,池容积从3至67 m^3 ,以集中管理的大中型沼气池为多,所产生的沼气分给各户使用。印度农村普遍使用牛粪为燃料,造成大量有机肥的损失,故推广沼气是解决农村肥料问题的有效途径之一。KVIC型沼气池,连续出渣,浮罩贮气,气压稳定,有利燃烧。钢浮罩没有漏气问题,施工操作方便,病态池较少。但造价高、池体过深,浮罩露于地面,易散热而不利保温。由于沼气池中未加人粪便,印度对沼气发酵处理粪便的除害灭病效果研究较少。阿默达巴德市沼气研究中心对KVIC型和中国型沼气池从结构、材料、造价产气量等进行了对比研究。

阿默达巴德市是人口200多万的轻纺工业城市,有健全的卫生清扫管理机构,有卫生工程训练中心作技术指导,城乡卫生面貌较好。1975年建成一污水处理厂,投资3亿卢比(约合3000万美元),污水处理厂具有二级处理设备,有沉淀池、滴滤池等构筑物。并设有沼气池处理污泥。每天处理污水33万吨,每天产沼气18,500 m^3 和污泥肥料100吨。阿市是印度唯一全部污水都进行处理的城市。该市对城市贫民区的卫生条件改善(饮水、厕所、住房等)以及农村

基层卫生工作很重视，内容和我国的“两管五改”相似，他们认真抓试点，在试点中取得成绩，然后推广。关于农村厕所特别是对蹲位的改良进行了大量研究，并用模型、图片、电影和示范点进行卫生宣传，在推广中起了很好的作用，因而得到UNICEF等机构的资助。

印度全国有4400个垃圾堆肥场，机械化堆肥场45个。新德里有一日处理量为150吨的机械化堆肥场，1980年投产，投资800万卢比（合80万美元），其中机械投资200万卢比。切碎翻垛机是关键性机械，每台30万卢比（合3万美元）。新德里气温 $40\sim45^{\circ}\text{C}$ ，有机垃圾成分50%以上，垃圾堆肥（不混掺人粪便）的堆温可达 70°C ，堆积21天后完全付熟。操作程序是，把新鲜城市垃圾每天用机械堆成一长30米的垛，垛高1.2~1.5m，宽约1.4m，垛外不泥封，十天后用翻垛机翻一次，调节空气和水分，经过三周后，把付熟堆料提升过筛，制取细匀的优质肥料，每吨售价40卢比，出售给农民作肥料用。该堆肥场特点：(1)场地四周有排水系统；(2)全部用机器操作，用人工很少；(3)有职工休息的生活区，有服务设施，环境优美；(4)能提供卫生无害的优质肥料供农村利用。

三、体会

在日、印期间，通过参观访问和现场考察，我们认为，尽管日本印度的社会制度、经济状况、风俗习惯等与我们不同，但在粪便管理和无害化处理的技术上，他们有些成功的经验是可作为我们借鉴的。

(1)政府重视粪便的处理。日本厚生省主管粪便收集、运输和处理，各城市设有清扫局，把粪便处理利用作为建设现代化城市必不可少的一件重要工作来抓，全国有规划，经费有安排，基建有保证，管理有队伍。日本在1900年就制定清扫法，以后几经修改，成为目前的废弃物处理法，并且制订有施行规则及评价标准，地方也制定相应的