

国内外鸡粪处理利用概况

孔令毅 朱锦福 金子华

(同济大学环境工程系, 上海, 200092)

提要 国内外鸡粪处理方法, 归纳有以下几种: 1. 干燥处理: 干燥后的鸡粪既达到了除臭、灭菌、减少环境污染的目的, 又能作为肥料、饲料而加以利用。干燥方法很多, 主要有: 笼内干燥, 太阳能自然干燥, 发酵干燥, 火力干燥, 微波干燥等。2. 燃料处理: 燃烧产生的热量可作为能源使用。3. 沼气发酵: 鸡粪发酵产生的沼气作为能源利用。4. 土化处理。5. 制造颗粒肥料: 作为有机肥施用于花木盆, 农田。6. 生物转化: 粪便被某些低等生物利用合成生物蛋白。7. 饲料化: 实验证明干燥鸡粪可作为畜牧业的部分饲料来源。

随着工业化、机械化养鸡业的发展, 鸡粪的产量不断增加。一个规模 20 万只鸡的大型养鸡场, 一天产湿鸡粪达 30—40 t, 一年近 4000 t。如何处理这些大量的鸡粪, 成了一个亟待解决的课题。鸡舍内的鸡粪不及时消除, 笼内传染病蔓延, 增加鸡的死亡率, 鸡场的经济效益受到影响; 鸡粪排入环境, 则损害公共卫生, 破坏生态环境。据测定, 一克湿鸡粪可产生 COD 26.04 mg, 若将 4000 t 鸡粪排入水体, 水中的 COD 将增加 100 多吨, 严重污染水质。过去, 鸡粪大都施于农田, 如今, 农民喜用化肥, 不愿过多使用有机肥料。再者, 过量的鸡粪施于农田, 也会导致水源污染, 并由于矿物质和微量元素在土壤中蓄积而使农作物产量下降。

近年来, 国内外针对鸡粪的处理利用, 开展了大量的研究工作, 归纳起来, 主要有以下几个方面:

1 干燥处理

干燥是鸡粪处理利用的一个最主要的方面。干燥的目的, 不仅在于减少鸡粪中的水分, 而且还要达到除臭和灭菌(包括一些致病菌和寄生虫等)的效果。因此, 干燥鸡粪大大降低了鸡粪对环境的污染。干燥后的鸡粪可作为燃料燃烧, 加工成颗粒肥料, 或作为畜禽的饲料, 具有多种用途。

国外干燥技术的研究始于 60 年代后期。在我国, 只是近年来为了解决鸡粪的出路问题而在这方面进行探索。主要有以下几种干燥方法:

1.1 笼内干燥

日本名古屋举办的第十八届国际养鸡博览会上展出对鸡笼内初步蒸发干燥的结构主要采取(1)乳头式饮水器加防滴漏水杯式水槽, 平时不用水冲洗组合式饮水器及鸡食槽, 鸡粪中不掺入水分;(2)笼内设通风管, 用冷暖空气降底原鸡粪的含水率;(3)高床式鸡舍使鸡粪掉落在笼下的栅条形、十字形等木架上, 分层堆积干燥, 使鸡粪含水率在 70% 以下, 不粘手。

1.2 太阳能自然干燥

将鸡粪直接堆放于露天或送到一个大塑料棚内, 在阳

光下晒干, 或加上搅拌机反复搅拌, 加快干燥速度。

1.3 发酵干燥

将含水率在 70% 以上的鲜鸡粪进行水分调节: 用自然干燥, 烘干, 加木屑等方法使其含水率降至 65% 左右。然后进行好氧性发酵: 在粪床上搅拌或用铲土机堆捣后进行堆积发酵, 总共需 20 天左右^[36]。好氧性发酵的温度高达 70℃, 可把致病菌和虫卵杀死。

利用太阳能也可直接进行堆积发酵、腐熟和干燥。

1.4 火力干燥

这是日本千叶胜利农场处理鸡粪的方法: 干燥机的圆型滚筒回转时燃烧器喷出的火焰能迅速分解鸡粪中的有机质, 使鸡粪变成颗粒肥料。火力干燥能提高鸡粪处理效率, 一度曾在日本好多农场使用。但随着能源危机, 原油价格上涨, 火力干燥成本太高, 此外, 还产生大气污染, 此方法现在已不再使用。

1.5 微波干燥

采用大型的微波设备干燥鸡粪, 一方面, 微波的热效应使鸡粪温度升高, 蒸发其中的水分; 另一方面, 微波的强大电场能破坏多种高分子的结构, 引起蛋白质、核酸和生理活性物质的变性, 达到杀菌灭虫的效果。微波干燥降水速度快, 除臭杀菌效果好, 国外有很多微波干燥的例子, 上海也曾试用过这一方法。

以上除了太阳能堆积干燥能充分利用自然条件和成本较低外, 其它方法皆需耗费一定的成本。尤其是微波干燥, 一次性投资大, 电耗又多, 不适合我国国情。但太阳能干燥的速度太慢, 且阴雨天不能作业。因此, 目前我们必须寻找适合我国国情的, 即既能有效地使鸡粪干燥, 减少污染, 又能降低成本, 取得一定的经济效益的处理方法。我校在上海县高桥乡设计了一套鸡粪固液分离的处理设备, 具有明显的经济效益。

2 燃烧处理

日本将鸡粪干燥后(含水量小于 30%), 用其作为燃料代替重油, 取得了令人满意的效果, 并已制造出专门燃

1990-06-21 收稿

烧鸡粪的装置。每克含水量 20% 的鸡粪燃烧热为 12.5kJ,相当于重油 0.3L(表 3)。

荷兰研制成功一种富有创造性的鸡粪处理方法:用一套专用设备,将鸡粪压缩脱水,使其体积缩小到原来的 1/4,然后再把它制成直径 60mm,长度为 200-300mm 的粪条。将这些粪条放在燃烧设备内燃烧,产生的热量用来加温鸡舍,以维持恒定的育雏温度。

3 沼气发酵

在大大小小的沼气池内,厌氧微生物发酵鸡粪产生甲烷(沼气),沼气发酵一般经过两个阶段:第一阶段是各种产酸菌参与酸发酵液化过程;复杂的高分子有机质分解成分子量小的物质,主要是一些低级脂肪酸;第二阶段是在第一阶段的基础上,经产甲烷细菌的作用转换成沼气。

沼气发酵热量为 $2.3 \times 10^7 \text{J/m}^3$,^[1]与城市煤气发热量基本相同,可以代替电、石油等能源。据报道,每每天千克鸡粪可产沼气 0.094-0.125m³。^[2]目前上海市郊大小沼气池全年使用鸡粪 $1600 \times 10^4 \text{kg}$,占全市禽粪量的 4%。产生的沼气主要作为燃料和照明用。

4 生化处理

欧洲一些国家采用一种联合发酵法:鸡粪中掺入一定量水使成稀浆状,72 小时发酵,然后吸入一套蒸馏装置分解出酒精。酒精分解后剩下的“釜馏物”,可放在一只标准的甲烷发生器内蒸煮后,生成甲烷和二氧化碳组成的“生物气体”,经压缩后,由一台改良过的内燃机来发电。上述产气装置和蒸馏装置的废热能够用来加热发酵器、甲烷发生器和包括鸡舍在内的农场建筑物。

5 制造颗粒肥料

日本许多养鸡场将鸡粪干燥后,经过筛选,使干燥鸡粪颗粒均匀,装袋出售,每公斤售价 15-20 日元。上海也曾试验过用膨化机生产膨化颗粒肥料。颗粒肥料作为花木和农田的有机肥,使用起来既卫生,又方便。

6 生物转化

某些低等生物能分解鸡粪中的物质合成生物蛋白及多种营养物质,为人类所利用。

藻类能将粪类中的氮转化为蛋白质,且繁殖速度快。沼气发酵后的厌氧发酵液倒入藻塘,每年可产藻类 $11-15 \text{t} / \times 10^4 \text{m}^2$ 。^[9]藻粉可作为畜禽的饲料。

蝇等食粪昆虫能有效地利用粪便,如每千克新鲜鸡粪能孵化 0.5-1.0g 蝇卵成蛹。蛹粉是良好的限制性氨基酸的来源,其氨基酸质量与肉和鱼粉相同。蛹粉是雏鸡开食日粮中的蛋白质、氨基酸和矿物质的丰富来源。

此外,一些微生物如细菌和酵母菌通过好氧性发酵有效地利用鸡粪中的尿酸,使发酵最终产物的粗蛋白含量达 50%,其氨基酸成分与大豆相似,^[9]发酵后的鸡粪是

很好的畜禽饲料。

7 饲料化

大量的实验表明,鸡粪具有较高的营养价值。《饲料杂志》曾报导:干燥鸡粪中未消化的纯蛋白质达 11.3-16.7%,粗蛋白含量达 23-31.3%,粗脂肪 8-10%,无氮浸出物 22-46%。^[11]鸡粪中还含有所有必需氨基酸,其中赖氨酸(0.51%)和蛋氨酸(1.27%)含量均超过玉米、高粱及大麦等谷物饲料;鸡粪中还含有多种 B 族维生素,尤以 B₁₂ 较多。^[10]鸡粪的营养成分较其它畜粪高(详见附录),这是因为鸡的消化道短,70% 饲料不能吸收而排出体外。因此,开发鸡粪作为畜牧业生产的饲料,是目前国内外鸡粪处理利用研究的热点。

鸡粪喂牛羊的试验研究较早,试验结果证明:用鸡粪喂羔羊、犏牛及阉牛效果较好。^[10]Smith (1977)用占口粮 10-27% 的干鸡粪作为氮的补充饲料喂羔羊,发现羔羊的饲养效果与喂苜蓿粉相当。苏联和美国的试验证明:犏牛口粮中加 20% 干鸡粪代替大豆粉,对犏牛的增重及胴体均无不良影响。

鸡粪喂鱼的试验也很多。干燥鸡粪作为饲料蛋白源可代替豆饼,保证鱼类正常生长。美国用 25% 的干燥鸡粪喂鳃鱼,增重很快;南非、我国大连水产学院都进行添加干燥鸡粪喂鲤鱼和罗非鱼的试验,均取得了较好的效果。上海南汇县水产养殖场用干燥鸡粪 20% + 豆饼 3% + 菜子饼 30% + 混合粉 20% 配制成浮颗粒饲料养鱼,亩产超过 500 kg;^[12]扩大使用面积后,每年商品鱼增产,取得了很好的经济效益。

用鸡粪喂猪已在我国农村中很普遍,如江苏省一农民在 10kg 的苗猪饲料中加 40% 发酵鸡粪,苗猪每增重 1kg 只需 2.36kg 精饲料,节约 50%。合肥蜀山种鸡场用干燥鸡粪三份加一份猪的混合料喂养猪,育成一头把猪仅需混合料 90kg 以后饲养量逐年增加,两年多来,鸡粪共创造了 6 万多元的经济效益。^[13]

鸡粪还能对鸡所再次利用。Okoric, A. U (1985)报导,^[14]在常规饲料中加干燥鸡粪(5%-20%)喂养四周龄小鸡,试验组的体重和胴体质量与对照组无明显差异。Coon 等(1978)用鸡粪(5%左右)代替玉米喂饲 10 日龄小公鸡,试验鸡的体重无明显下降。^[10]我国陕西畜牧兽医研究所试用鸡粪喂“海布罗”肉用仔鸡,^[14]结果也和上述相同。

总之,在畜禽饲料中添加一定量的鸡粪,对畜禽的体重胴体等质量无明显不良影响,有时反而效果更好。鸡粪作为畜禽的饲料来源能够解决我国粮食不足、饲料缺乏、畜禽饲养成本过高的问题,扩大畜牧业生产,取得良好的经济效益。

以上是关于国内外鸡粪处理利用的一些简介。对于我们个相对来说还很贫困落后的国家,还有待于依靠广大科研人员的努力,寻求和创造出合理的、适合我国国情的,即处理成本低,效果好,资源利用效率高的方法。

附录:

表 1 几个国家分析的畜禽粪饲料的组成^[10]
(占干物质%)

指 标	中 国	日 本	美 国	苏 联
鸡 粪				
粗 蛋 白	28.79	22.05	25.90	34.90
粗 纤 维	13.55	14.24	10.50	12.75
粗 脂 肪	2.44	3.29	1.69	3.52
无氮浸出物	31.92	28.08	28.71	35.85
粗 灰 分	23.30	32.74	33.20	12.98
牛 粪				
粗 蛋 白	11.96	16.85	13.20	18.20
粗 纤 维	20.72	22.10	31.40	24.93
粗 脂 肪	2.19	4.60	2.80	1.10
无氮浸出物	46.96	39.10	47.20	35.52
粗 灰 分	18.17	17.35	5.40	21.33
猪 粪				
粗 蛋 白	20.00	/	/	/
粗 纤 维	20.99	/	/	/
粗 脂 肪	3.79	/	/	/
无氮浸出物	36.51			
粗 灰 分	18.71			

参考文献

- [1] 肖锋: 浅谈鸡粪处理技术与利用, 养鸡机械与技术, 2, 1986.
- [2] 梁永春摘译: 鸡粪的利用与管理, 国外畜牧科技, 16 (2), 1989.
- [3] 陈恩平等: 上海郊区畜禽粪便利用情况的调查研究, 上海农业科技, 6, 1986, 1, 1987.
- [4] 庞炳连: 介绍一种处理鸡粪的专用设备, 养鸡机械与技术, 1, 2, 1987.
- [5] 解兆明编译: 日本鸡粪处理情况简介, 养鸡机械与技术, 2, 3, 4, 1987.
- [6] 陈天荣: 日本鸡粪处理概况及水平, 养鸡机械与技术, 1, 1989.
- [7] 马立锡: 机械化养鸡场粪便处理和再利用, 养鸡机械与技术, 1, 1988.
- [8] 蒋群: 欧洲国家处理和利用鸡粪的方法, 养鸡机械与技术, 3, 1986.
- [9] Boushy, A. R. EI et al.: Biological Conversion of Poultry

表 2 畜禽粪中矿物质元素含量^[10]

	鸡 粪	牛 粪	猪 粪
粗灰分%	25.56+9.54	15.56+6.99	18.71
钙%	8.8+1.1	0.87	2.5
磷%	2.5+0.6	1.60	1.6
镁%	0.67+0.16	0.40	0.08
钠%	0.94	0.11	0.26
钾%	2.33+0.27	0.50	1.00
氯%	0.94+0.11		
铁 mg/kg	2000	1340	455
钴 mg/kg	0.0007		
铜 mg/kg	150+45	31	455
锰 mg/kg	460+9	147	177
锌 mg/kg	463+93	242	509

表 3 鸡粪作为燃料的经济性^[1]

分 类	10000 鸡只 饲料 63 天		30000 鸡 饲料 63 天
	1 年饲料 1 次	1 年饲养 4 次	1 年饲养 4 次
每只鸡每天排出的 粪便量(水分 20%)	21.0g		
每只鸡 63 天内排出 的粪便总量	1323g		
粪便总重量 (g)	13230	13230×4 = 52920	13230×4×3 = 158760
发热量(J)	1.66 × 10 ⁹	6.64 × 10 ⁹	1.99 × 10 ⁹
相当于重油(l)	3969	15876	47628

and Animal Waste to a Feedstuff for Poultry, *World's Poultry Science Journal*, 41(2), 133-145, 1985.

- [10] 崔宝珊: 畜禽粪再生饲料的研究进展, 国外畜牧科技, 5, 1987.
- [11] 刘新元等: 畜禽粪便饲料化与再利用, 畜牧兽医杂志, 4, 1989
- [12] 秦光元: 鸡粪配合饲料养鱼效益高, 养鸡机械与技术, 3, 1986.
- [13] 彭克森: 用鸡粪喂猪提高鸡场的经济效益, 中国畜牧杂志, 25(1), 1989.
- [14] 王卫国、吴新民: 试用鸡粪饲喂肉用仔鸡, 养鸡机械与技术, 4, 1987.
- [15] Okorie, A. U.; Iwuchukwu, M. E.: Waste recycling: the use of dried poultry waste as protein supplement to broiler chicks in the tropics, *East African Agricultural and Forestry Jour.*, 51(1), 53-58, 1985.

(下转第 54 页 continued on page 54)

- [11] Akland, G. G., Hartwell T. D., Johnson T. D., and Whitmore R. W.: Measuring Human Exposure to Carbon Monoxide in Washington, D. C., and Denver, Colorado, During the Winter of 1982-1983. *Envir. Sci. Technol.*, 19 (10), 911-918, 1985.
- [12] Ott, W. R. and Flachsbart P.: Measurement of Carbon Monoxide Concentrations in Indoor and Outdoor Locations Using Personal Monitors. *Envir. Int.*, 8, 295-304, 1982
- [13] Ryan, P. B., Soczek M. L., Treitman K. D. and Spengler J. D.: The Boston Residential NO₂ Characterization Study II: Study Methodology and Population Concentration Estimations. *Atmos. Envir.*, 22 (10), 2115-2125, 1988.
- [14] Quackenboss, J. J., Spengler J. D., Kanarek M. S., Letz R. and Duffy C. P.: Personal Exposure to Nitrogen Dioxide: Relationship to Indoor/Outdoor Air Quality and Activity Patterns. *Envir. Sci. Technol.*, 20 (8), 775-782, 1986.
- [15] Ott, W. R.: Concepts of Human Exposure to Air Pollution. *Envir. Int.*, 7, 179-196, 1982.
- [16] 嵇正毓、卢宁川: 空气污染的个人暴露. 环境科学丛刊, 7 (11), 26-29 页, 1982.
- [17] Ott, W. R., Thomas J. and Dage D.: Validation of the Simulation of Human Activity and Pollutant Exposure (SIIAPE) Model Using Paired Days from the Denver, CO, Carbon Monoxide Field Study. *Atmos. Envir.*, 22 (10), 2101-2113, 1988.
- [18] Nagda, N. L. and Koontz M. D.: Microenvironmental and Total Exposure to Carbon Monoxide for Three Population Subgroups. *J. Air Pollut. Control Ass.*, 35 (2), 134-137, 1985.

THE NECESSITY OF CARRYING OUT TOTAL HUMAN EXPOSURE STUDY IN CHINA. Xu Haiqin Wu Huanzhong (Nanjing Institute of Environmental Science, NEPA), *Rural Eco-Environment*, (2) 1991, pp. 51-54
 ABSTRACT At the beginning of last decade, the total human exposure study was first carried out at abroad which focuses on humans as receptors of pollutants. This study makes up for the disadvantage of current pollutant risk assessment, finds a new way to control pollutants, and provides a new means for health risk assessment. The necessity of carrying out total human exposure study in China was discussed in this paper.

(上接第 57 页 continued from page 57)

A SURVEY OF DISPOSAL AND UTILIZATION OF POULTRY DROPPINGS IN CHINA AND ABROAD. Kong Lingyi et al. (Tongji University): *Rural Eco-Environment*, No. 2, 1991, pp.55-57

ABSTRACT Methods for disposing poultry droppings in China and abroad can be summarized as following drying poultry manure in the cage with ventilator, under sun light, through ferment, by fire and microwave emitting burning the dry poultry droppings for heating; ferment of the poultry manure to produce methane; disposal by biochemical treatment; manufacture of pelletized organic fertilizer; biological conversation of poultry waste to feedstuffs for feeding fish, cattle, pig, broiler chicken and so on because the poultry manure is high in protein and other nutritional component.

(上接第 63 页 continued from page 63)

METHOD FOR MULTIRESIDUE DETERMINATION OF ORGANONITROGEN AND ORGANOPHOSPHORUS PESTICIDES Huang Shizhong et al. (National Agroenvironment Protection Institute, Tianjin) and Yuan Min (Tianjin Environment Monitoring Station): *Rural Eco-Environment*, No. 2, 1991, pp. 58-63

ABSTRACT A gas chromatographic method without derivatization was established for the residue analysis of 19 organonitrogen and organophosphorus pesticides in cereals, fruit and vegetable. The samples were blended or shaken with acetone-water for extraction. The extracts were partitioned with dichloromethane. The organic phases were cleaned by coagulation. The residues were determined by gas chromatography equipped with NPD and a 1m long and 0.2 cm id glass column packed with 5% OV-17 on chrom Q (80-100mesh). All of the 19 organonitrogen and organophosphorus pesticides were separated under constant temperature. The experiment showed that the method described above was applicable to the multiresidue analysis of 19 pesticides in cereals, fruit and vegetable. The variant coefficient for relative retention times was 0-1.19% and that of peak height reproducible was 1.30-7.9%. The method has satisfactory recoveries (85.16-100.3%) and good variant coefficient (0.60-8.43%). The minimum detectability was 0.58×10^{-11} - 6.10×10^{-10} g, and minimum detectability concentration was 0.0004-0.0610ppm.