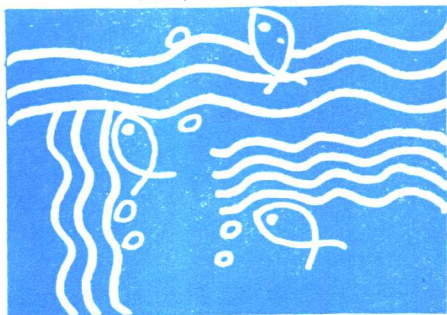
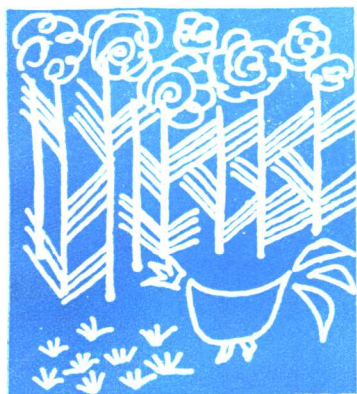


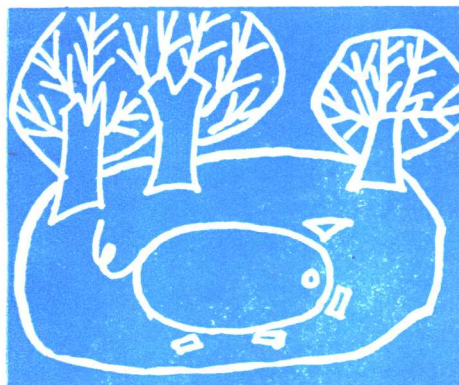
〔美〕杰·A·罗尔利奇等 著

尚忆初 译

陈来成 校



有机废物的利用



科学技术文献出版社

有机废物的利用

〔美〕杰·A·罗尔利奇等 著

尚忆初 译

陈来成 校

科学技术文献出版社

1988

内 容 简 介

本书全面地介绍了农村有机废物的利用途径和适用技术。内容包括：利用有机废物发展水产养殖业，以及利用有机废物生产食物、生产饲料、生产燃料等，还介绍了有机废物还田和废物的综合处理系统等。文字通俗易懂，是一本理论性、资料性、实用性相结合的书。既可为我国农村发展农工业生产提供宝贵的启迪，又可为我国发展生态农业提供有益的参考。

Food, Fuel, and Fertilizer from Organic Wastes

GERARD A. ROHLICH

NATIONAL ACADEMY PRESS

Washington, D.C. 1981

有机废物的利用

〔美〕杰·A·罗尔利奇等 著

尚忆初 译

陈来成 校

科学技术文献出版社出版

一二〇二工厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 32开本 5.75印张 121千字

1988年12月北京第一版第一次印刷

印数：1—2 000册

科技新书目：181—092

ISBN 7-5023-0683-8/S·74

定价：1.70元

译 者 的 话

在农村，无论是农业生产，还是工业生产都会产生大量的有机废物，人和牲畜每日也产生一定数量的粪便。这些废物和粪便弃之既污染环境又造成浪费，用之则会产生有用的产品。

本书较全面地介绍了农村有机废物的利用途径和适用技术，其中包括：利用有机废物发展水产养殖业，生产食物，生产饲料，生产燃料，以及有机废物还田和废物的综合处理系统等。

当前，我国正在农村中积极开展扶贫工作和发展生态农业。我们把这本书翻译出来，奉献给广大读者，首先想借此为我国贫困农村发展农工业生产提供一种启迪；其次想为我国发展生态农业提供一些有用的参考；第三，这本书还提出了一些在废物利用中应注意的问题。这些问题也值得有关部门重视。总之，我们希望这本书能在我国发展农工业生产和农业有机废物利用中发挥一点作用。

由于我们翻译水平有限，谬误之处一定不少，诚恳希望广大读者批评指正。

译者 1987年2月

目 录

第一章	绪论	(1)
第二章	水产养殖	(9)
第三章	由废物生产食物	(33)
第四章	由废物生产饲料	(51)
第五章	由废物生产燃料	(76)
第六章	有机废物还田	(111)
第七章	综合处理系统	(141)
第八章	非技术问题	(163)

第一章 绪 论

在资源日益减少和需求日益增多的世界中，必须研究废物重新利用的每个机会，由于大多数人类活动形成了许多废物，因此废物重新利用的机会非常之多，本书着重阐述有机废物利用的有效途径。

尽管自然过程会及时使大多数有机废物发生转化，从而使环境重新稳定或得到改善，但并不是总能获得最有益的结果。高浓度的废物会破坏自然过程的转化能力，而造成代价高昂的污染，各种生物、化学和物理方法可以代替简单的直接处置，并可获得很大的效益。

农业、农产品加工业、动物和人类所产生的废物可能有助于满足对食品，燃料和肥料的需求。石油价格上涨，外汇收支不平衡，污染和土壤侵蚀都大大地推动了有关古老的和现代的废物利用方法的研究。

非生产性的废物处置方法可能会被那些能提高作物产量，节省能源，改善环境，增强个体农户和村庄的独立性和生活福利的方法所取代。

然而，在开始制定废物利用计划时，不能过于乐观，应当谨慎。在每种情况下，各种备用方案都须加以评价，以便确定它们是否可能对环境、经济和社会有影响。

在选择废物利用计划时，必须考虑下列因素：

健康。在有机废物或来自有机废物的产品供给人类或动

物消耗或作为肥料时，为了避免对人类，动物，或作物的危害，必须对毒物、毒素和病原体进行监测与控制。危险化学品和微生物在有机废物中并非罕见。

废物的质量和数量。根据某个地区可利用废物的数量及其成分，来选择各种用途。例如，可生物分解的作物残茬的季节性利用，可制成堆肥、青贮饲料，或转化成可贮存的真菌蛋白，而不必把钱投入甲烷生产或热解。屠宰场废物或粪肥、若整年都可利用，则可建立藻类或鱼类养殖或生产性的发酵过程。

最终用途分析。应该根据废物输入的性质和数量来确定对潜在产品的需求。生产水平的选择必须与预测市场或用途相一致。

技术的和社会的来源。必须确定当地人员实施和管理废物利用计划的能力，可能需要进行人员培训或者不断地取得社会支持，也许二者都需要。

社会的变化。必须考虑到对某种废物利用方法的文化传统障碍，例如，反对从废物生产食物的偏见。

本书各章反复地讨论某些废物和技术问题，例如，广泛地讨论了以动物粪便和稻秆作资源和纤维素降解的过程。书末还附有关于原材料、生产方法和产品的索引。

第一章涉及废物在水产养殖方面应用的某些问题。虽然主要目的在于食物生产，但粪便和农业废物在水产养殖方面的应用还是十分突出的，因此将单独加以讨论。接着将介绍用其他方法从废物生产食物，然后依次叙述饲料生产，燃料生产，土地利用和废物循环的综合系统。最后一章将叙述与废物利用计划有关的非技术性问题。

水产养殖

美国采用现代养殖方法生产河鲀，既要用商业饲料，又要花费大量劳力和设备费用，年产量平均为每公顷2 000公斤。中国台湾、印度和马来西亚却利用家畜粪便和其他农业废物作饲料，混养各种鲤鱼，年产量为每公顷5 000—8 000公斤。

产量不同的主要原因是采用了多种养殖方法（利用不同的无竞争性养殖小生境混养各种鱼类）以及用家畜粪便扩大在池塘中鱼类的营养物质的种类。

采用鸭鱼混养、稻田养鱼、种植蔬菜与鸭鱼混养的轮作系统等方法也可获得很高的鱼产量，这些方法都可使农作物充分利用其他生物残留物中的营养物质。

食 物

有些生物转化方法都能使工农业废物，稻草和粪便转变成食物。通常，这些废物的化学和物理处理方法不适用于食物生产。

通常采用各种真菌转化方法，例如，在印度尼西亚，榨过花生饼、榨过的椰子饼和某些大豆废物可用来制造各种可口的富有营养的食物。此外，稻草、废木材和家畜粪便早已用来生产蘑菇。在中国台湾省，用稻草堆培养普通蘑菇已成为一种产值达数百万美元的行业。锯屑、棉花废物、甘蔗渣、碎纸和香蕉叶也可以用来培养其他品种的蘑菇。有一种

蘑菇培养 9 天后即可收获。

乳清、糖蜜、马铃薯渣和木薯渣也可用来培养食用酵母。

用废物生产食物可以扩大人类营养的来源。然而，为了生产出安全、合乎卫生标准的产品，所用的废物和生产方法都必须加以选择和监督。

饲 料

通常，家畜靠人类不能食用的作物或作物残渣为生。某些残渣（特别是稻草）的营养价值经过化学、物理，或生物法处理后，可以得到很大改善。

诸如牛、绵羊和山羊这类反刍动物，可利用反刍胃前胃中的微生物活动来消化青草和稻草。稻草经碱较简单的处理，即能提高反刍动物的消化能力，而且只要求在时间和材料上进行少量的投资。为了改善反刍和非反刍动物的消化能力，作物残渣可用模拟反刍活动的方法进行发酵。

家畜粪便，经过与新鲜饲料掺合和发酵后也可以重新作为部分日料，喂养家畜。还可用 50% 以上的粪便与磨碎的谷物和干草相混合制成饲料。

生长在废水中的藻类也可用作家畜饲料。废物处理和饲料生产的综合效益使这种方法特别引人注目。

燃 料

废物作为能源，与普通燃料很相似，但是它们在成分、

密度、热值和其他性质上有很大差别。某些农业废物的成分，除了废物的湿度和含氧量较高和硫及灰分含量较低外，在很多方面与煤类似。正如普通燃料一样，废物作为能源的价值取决于成本、利用率和成分。

气态、液态和固态燃料都可由废物来生产。最有名的也许是用生物学方法从农业废物、家畜和人类的废物生产甲烷（生物气）。

最近在生产技术方面的改进，包括：顶部固定的中国式沼气发生器和袋式发生器。这两种改进都解决了传统式顶部浮动沼气发生器的潜在的机械腐蚀问题。

用生物方法生产燃料乙醇深受重视，乙醇可由含有糖，淀粉或纤维素的废物来制备。然而，最简单的生产方法是以含淀粉或糖的废物作原料。尽管纤维素是最丰富的废物成分，但纤维素转化为乙醇就目前来说还是相当困难。

在缺氧情况下加热废物（热解）可产生固体、液体和气体燃料的混合物。例如，将一吨麦秆加热到500—600℃，可产生大约300公斤炭，38升焦油，和280立方米煤气（15 000千焦耳/米³）。在限制空气量（少于完全燃烧的需气量）的情况下加热废物，基本上可使所有的有机物质转化成低热值的煤气。这种气体可用于农作物或木材干燥，烧锅炉，或者驱动柴油机或火花点火式发动机。

在拥有较干燥废物（湿度在20%以下）的地区，气化作用特别适合于工农业应用。

液化作用是通过高压-高温反应使固体废物转化成液体的过程，它尚处于研制阶段。在实验室研究工作中，一公斤木材经氢化作用可获得大约400克油。

土 地 利 用

各种有机废物可作为肥料和土壤改良剂。亚洲人口稠密区将人、畜和农业废物施于农田作肥料已有四千多年的历史。

废物可以直接用于农田，或经过某种形式处理后再施到农田。世界上很多地区，将经过处理和未经过处理的废水用于灌溉农田。来自城市污水处理厂的消化活性污泥也可用于农田，在用氧化塘处理废水的地方，底部污泥也可定期挖出施于农田。

堆肥是使废物中营养物发生转化，并使它们转化成更适于土地利用形式的一种有效过程。各种各样的土壤生物在肥堆中共同作用，使人畜和作物废物转化成有价值的腐殖质。

蚯蚓也可以将有机废物转化成土壤可利用的形式，蚯蚓几乎可以消化任何无毒的有机废物。其排泄物(排出物)的氮含量相当于有机废物的氮含量。排泄物的物理特性使它成为一种超级土壤改良材料。

风信子是一种繁殖力很强的热带水上飘浮植物，它可用于净化废水。当地风信子养殖在污水稳定塘中，可降低微生物的数量和有机物污染。定期收获风信子，并制成堆肥，可使其营养物返回土地。

综 合 系 统

为使资源得到最佳利用，已研制出一些基本上闭合的系

统。在闭合系统中，前一个过程的废物可用作后一个过程的原料。已设计出可供个体农场和农工联合体使用的大规模和小规模的闭合系统。

在这些系统中，人畜和农作物废物都用于投入和扩大自给程度，可把各种转化过程结合起来，并加以平衡。

例如，在泰国一个实验农场，不仅养猪和养鸡，还有菜园和鱼塘。家畜废物可用作肥料、鱼饲料和产沼气。农作物和人类废物也放入沼气池。沼气池排出的废水送入鱼塘，固体残渣施入菜园作肥料。菜园和鱼塘的位置定期倒换，这样，前者的剩余物可作为后者的营养物质。因此，在这种系统中几乎没有浪费。

非技术性问题

废物利用计划的可行性不仅取决于物质资源和需要这类因素，而且还取决于公共卫生、社会、经济和文化等方面的考虑。

一项新技术的成功实施要求预先考察其受益地区的周围环境。而且该技术必须适合于这种环境。对于任何利用人畜废物的新技术都必须小心谨慎，因为人畜废物可能会危害公共卫生。

技术的选择还可能通过选择劳动密集型技术，还是资金密集型技术，而影响到社会就业。

还必须考虑长期的经济后果，某一项技术可能扩大而不是缩小收入的不平衡。

最后不仅人员培训，而且计划的管理和监督，也都经常

需要社会的支持，因此，为了提供这种支持，必须在不同的团体和机构之间进行协调。

对于任何从农田清除大量作物残茬的计划，都必须考虑到土壤侵蚀或其他土壤退化的可能性。

因此，一项计划的成功，技术上的可行性固然重要，但不仅要强调实施计划的技术可行性，还要考虑计划实现的可能性。

第二章 水产养殖

利用有机废物养鱼已有很长的历史。在中国，早在四千多年前，蚕粪就用于池塘里养鱼。世界上最早出版的有关利用废物养鱼的著作是大约在公元前460年由Fan Lai撰写的。印度和亚洲其他地区的养鱼也同样具有悠久的历史。古罗马学者（包括蒲林尼）提出把稳定的垃圾和其他有机废物用于水池养鱼的方法。

在投入废物的鱼塘中，鱼类赖以生长的营养物，在很大程度上掺入到鱼塘的天然食物中。这种天然食物由微小的动植物（浮游植物和浮游动物）所组成。这些生物极小，人力捕捞，既费时间又费力，而且很难转化成人可食用的食物。然而，如果在池塘里养殖适当数量和品种鱼类，就可以将浮游生物有效地转化成美味可口的蛋白质形式。而且，养殖以浮游生物为生的鱼类（例如鲤鱼或罗非鱼），比养殖主要以其他鱼类为生的捕食性鱼类（如河鲈），其产量更高。从农民观点来看，鲤鱼是由从不可食饲料源制造食物的生产者，而河鲈则纯粹是可食用食物的消费者。

池塘常常建造在田边地角，小沙丘，或不适合于耕作的沼泽地。这些池塘可以作为灌溉用水的贮存设施，挖出的淤泥还可作为肥料。因此，水产养殖业可以补充农业，增加食物生产。渔业生产还可以与现有的废物处理设施相结合，提供附加的生物学处理方法。

直接和间接的饲料

大量的有机废物已成功地应用于水产养殖业。许多废物可直接用作鱼类饲料，它们是农业和厨房的残渣；碎鱼和工农业副产物，如稻壳、油籽饼；和酿造厂、屠宰场，和鱼类加工工业的残渣。

可间接利用的，包括各种农业纤维性废物。水产养殖业所利用的废物主要是家畜粪便，其重要成分是粗纤维。粪便的纤维和矿物质成分可作为间接饲料，以提高池塘的天然生产力。这些废物的分解可提高细菌和真菌的产量。而这些微生物却可作为鱼塘中大量生物（如原生动物和浮游动物）的饵料。在废物被矿化成无机成分时，它们能促进食物网的基本部分——浮游植物的生长。

这种池塘，通过微生物的活性，对鱼类来讲，起着一种外作用，它与牛羊瘤胃的内作用一样，因为在微生物活动中，低营养价值的废物再进入食物网，并使蛋白质含量得到提高。

作为直接或间接饲料，要求废物具有不同性质。作为直接饲料的废物，其数量一定要很大，才能被鱼类摄取。作为间接使用的废物必须粉碎，能悬浮在水中，并能扩散到整个鱼塘里。而且，颗粒较小，其表面积就相对较大，被细菌侵袭的面积也就较大。

适用于池塘使用的是那些容易分解成微细颗粒的家畜粪便。新鲜的粪便比起干粪便更易于扩散到整个水体，也更迅速地被同化而进入食物网。

更重要的是，有机废物投入鱼塘的速度和数量。偶而投入大量有机废物，对鱼类生产几乎毫无用处，而且还会造成缺氧，甚至鱼类死亡。在偶而投入大量有机废物之后，细菌迅速繁殖，数量猛增，与微生物生长有关的呼吸作用会消耗掉水中大部分可利用的氧。另外，频繁投入少量的有机物质可促进那些吃细菌的原生动物和浮游动物的生长，从而可抑制细菌的过量繁殖。

在不发生危害的情况下，可以使废物投入量逐渐增加到较高水平。每天投入新鲜粪便比不经常投料，对鱼塘生产力更有益，也更安全。舍饲家畜的粪便可直接落入或流入鱼塘（图2-1），这样就可以满足利用新鲜粪便和经常投料这两个条件。

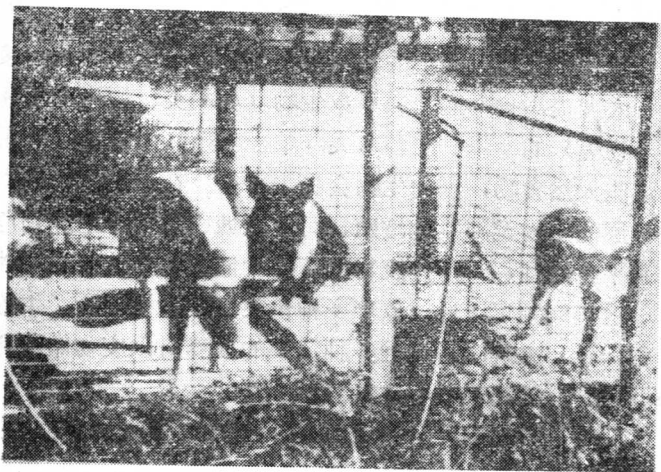


图2-1 在池塘边饲养猪有利于粪便落入池中

由于在鱼塘中靠间接饲料为生的生物含有丰富的蛋白质（约占干重的50—60%），一些简单的含有丰富碳水化合物的作物残余可作为鱼类的直接饲料。因此，那些靠间接饲料为生的天然富蛋白质的生物可以补充喂给象米糠这类营养较差的废物，以提高池塘的鱼产量。为了提高鱼产量，直接和间接饲料相结合便可以充分利用家畜粪便和某些农业残余物。

象稻秆这类纤维性残余物也可作为鱼塘中产生细菌——原生动物复合体的基础。然而，对于稻秆，必须补充氮肥和磷肥，以提供对细菌细胞生长十分重要的碳：氮：磷的适当比率（约为100：5：1）。

多 种 养 殖

每种鱼类都以固定的几种生物为食。以废物作为间接饲料可大大提高食物网中大多数生物（如藻类、原生动物和浮游动物等）的产量。一种鱼类（单一养殖）不能单独利用所有这些天然食物，因此生物会失去平衡。在一层食物网中，某一层生物无限制地增殖，可使鱼塘中氧含量下降到危险的水平。而且，一部分废物的营养价值会转变为非生产性用途。这些问题可以通过放养多种鱼类（其食性与所产生的生物相一致）来解决。这种多种鱼类的放养对以废物作饲料的鱼塘特别有益，称为多种养殖（图2-2）。

此外，只养殖一种鱼类时，代谢废物的增加，既能污染水质，又会妨碍鱼类的生长。为了预防这种污染，可采用费钱的冲洗或再循环系统，但是，最好的解决办法是仔细选择的