

# 草腐菌生产在农业废弃物污染防治中的作用

李 晓, 李晓博, 李 玉

(吉林农业大学 菌物研究所, 吉林 长春 130118)

**摘 要:** 农业废弃物污染是造成农业立体污染的主要污染源, 而农业废弃物主要包括农作物秸秆和禽畜粪便, 这些都是草腐菌生产的主要原料, 通过草腐菌生产能将农业废弃物转化为人们食用的菇体蛋白、脂肪和碳水化合物等营养成分, 从根本上解决农业废弃物的污染问题。

**关键词:** 草腐菌; 农作物秸秆; 禽畜粪便

**中图分类号:** X 712 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2009)02-0120-03

## 1 农业废弃物

### 1.1 农业废弃物概述

农业废弃物(Agriculture wastes)是农业生产、农产品加工、畜禽养殖业和农村居民生活排放的废弃物的总称。农业废弃物主要包括农作物副产物(玉米秸秆、玉米芯、豆秸、稻草、稻壳、花生秧、花生壳)、畜禽粪便(牛粪、马粪、猪粪、鸡粪)等<sup>[1]</sup>。农业废弃物如果任意排放不仅造成农村生活环境的污染, 而且会污染农业水源, 影响农业产品的品质, 危害农业生产。是目前造成农业立体污染的主要污染源。

农业立体污染是指在农业生产过程中不合理的农作物副产品、禽畜粪便、农田废弃物处理以及耕种措施等造成的“面源污染”和温室气体排放构成的水体、土壤、生物、大气各层面直接、复合交叉和循环式的“水、陆、空”立体污染<sup>[2]</sup>。

“农业立体污染”中农业废弃物的贡献最大。由于目前对农业废弃物的处理手段过于简单, 造成了极大的浪费, 而且农业废料还是目前造成农村环境污染的最直接因素。

### 1.2 农作物秸秆的立体污染

我国是一个农业大国, 每年生产农作物秸秆6亿t。农业剩余物主要以稻草、麦草和玉米秸秆为主。近年来, 随着科技的发展和环境保护意识的增强, 人们找到了一些处理的方法: 例如利用稻草、麦草制造空心砖、墙体内蒙板; 也有利用稻草、麦草和玉米秆进行液化处理, 使其变为液化气再生利用; 也有将其粉碎后再埋入地里。但是由于各种原因, 处理量仍非常有限。特别是玉米秸秆的处理难度较大, 处理量也最小。这些剩余物中

大部分仍被丢弃于田间、地头, 少量靠自然腐烂, 大部分靠放火烧毁的办法处理掉, 使剩余物变成了废弃物。

采用遗弃和烧毁的方法处理农业废弃物, 不仅浪费资源, 而且给人类环境造成了极大的危害, 其主要表现如下<sup>[3]</sup>。

1.2.1 浪费大量资源 秸秆焚烧后其灰分中虽含有少量钾肥, 但却烧掉了大量氮、磷肥, 据测算, 烧1hm<sup>2</sup>玉米秸秆, 等于损失195kg碳铵和219kg磷肥。我国玉米常年种植0.2亿hm<sup>2</sup>, 每年被烧掉的秸秆肥力相当于14.7亿kg碳铵和16.5亿kg磷肥, 这是极大的资源损失。

1.2.2 污染环境 秸秆焚烧的烟雾中含有较多的二恶英, 而二恶英是目前世界首推的一种毒性和致癌性最强的物质。焚烧秸秆产生的烟雾使空气变得浑浊不堪, 造成流泪、咳嗽, 导致呼吸道感染、引起人畜生病。同时由于浓烟弥漫、能见度降低, 致使飞机、汽车交通事故增多, 甚至影响航班的正常起降。还有不少废弃稻草、麦草和玉米秆堆放在村头、路边, 长期得不到有效处理, 从而腐烂变质, 严重污染生活环境。

1.2.3 引发火灾 焚烧秸秆时, 由于火势不易控制, 极易引发火灾, 造成大量农田林网和地头路边树木被毁, 破坏了生态环境。

1.2.4 破坏土壤结构 焚烧秸秆之后, 土壤表层5~7cm土质遭到破坏, 损失了大量的有机质和微生物, 造成土壤板结, 降低了土壤的蓄水保肥能力。我国农业有机废弃物利用主要途径有: ①用作饲料, 包括农作物秸秆、沼气发酵残余物和部分畜禽粪便等; ②用作肥料, 主要包括农作物秸秆、粪便直接还田, 利用微生物进行生化反应后将有机废弃物转化成类似腐殖质的堆肥、沤肥、沼气肥后还田, 将畜禽粪便、有机垃圾等废弃物经处理加工成有机复合肥后还田; ③用作生产和生活能源, 包括薪柴直接燃烧、发酵制沼气等。④用作培养料。用棉籽壳、农作物秸秆、沼渣等培养食用菌, 养殖高蛋白蝇蛆、蚯蚓等。但是我国在农业有机废弃物利用方面仍存在不足之处, 主要表现在: 我国每年约有3.2~4.2亿t

第一作者简介: 李晓(1986-), 男, 在读博士, 讲师, 主要研究方向为食用菌栽培和驯化。E-mail: lxmog@163.com。

基金项目: 吉林省科技厅资助项目(20050215)。

收稿日期: 2008-08-20

(占总量的 65%~84%)的农作物秸秆被用作薪柴烧掉或在田间地头付之一炬,从而使其中 70%以上的纤维素、木质素等得不到利用,而且燃烧释放出的有害气体严重污染大气,妨碍交通安全;农作物秸秆、粪便直接还田则常因秸秆降解慢、C/N 值高、有害病原菌的存在导致作物病虫害加剧及土壤缺氮、磷、钾等现象;而将农业废弃物进行饲料加工及进行循环利用方面则存在成本高、过程复杂等问题。

1.3 禽畜粪便的立体污染

我国禽畜粪便年生产量约为 19.3 亿 t,所含污染物的化学需氧(COD)量为 7118 万 t,已超过全国工业废水与生活污水的 COD,全国禽畜粪便 N、P 流失总量分别为化肥 N、P 流失总量的 1.2 倍和 1.3 倍,已成为农业污染的主要来源<sup>[4]</sup>。畜牧业生产中不仅废弃物数量巨大,而且污染物大多为含氮物质,极易腐败,通常带有致病微生物,容易造成土壤、水体、空气污染(图 1)<sup>[5]</sup>。

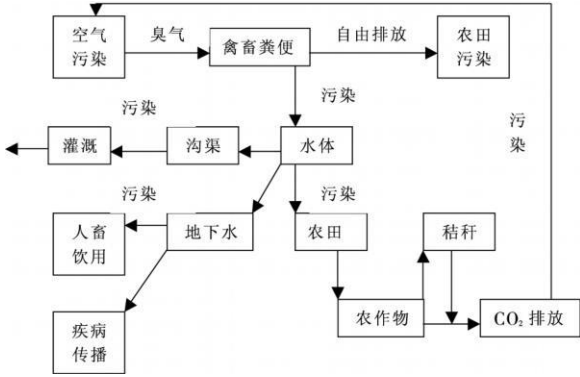


图 1 禽畜粪便立体污染形成通道

1.3.1 对水体的污染 禽畜粪便污染物任意排放,致使禽畜污水任意流失,多余的氮污染地表水,且渗入地下而污染地下水。

1.3.2 对大气的污染 禽畜粪尿排泄量很大,其中含有大量有机物质,排除体外后会迅速腐败发酵,产生一些有毒有臭味的混合气体包括:挥发性脂肪酸(乙酸、丙酸、丁酸、32 甲基丁酸、戊酸),酚类物质(苯酚、42 甲基苯酚、42 乙基苯酚),吲哚类物质(吲哚或粪臭素)基硫化氢、氨气。有害气体及生产中生产的大量尘埃、微生物排入大气,能引起呼吸道疾病。

1.3.3 对土壤的污染 污染的水源长期流经土壤,长期的恶臭、有害气体降落到地面上,积累了 N、P、Cu、Z 和其他微量元素以及病原微生物、寄生虫等污染物,引起严重后果。

1.3.4 对人类健康及生态环境的危害 禽畜饲料中通常含有高剂量的微量元素,经过消化吸收后仍有大部分残留在排泄物中。通过被污染的水、饲料和空气导致禽畜传染病和寄生虫的传播和蔓延,使某些人畜共患疾病传入并直接危害人的健康。专家认为,饲养 1 头猪、1 头

牛、1 只鸡每年所产生的粪尿、污水、臭气的污染负荷,其人口当量分别为 8~10 人、30~40 人、5~7 人。1998 年统计我国禽畜污染物 COD、氮、磷的流失量分别为 455.1、249.4 和 23.7 万 t。20 世纪 90 年代上海 90%以上的禽畜场作为河水夏季出现黑臭现象,鱼类濒临灭绝。2001 年我国禽畜污染物 COD、氮、磷的流失量分别为 689.6、368.3 和 29.7 万 t。目前我国仅粪便的土地负荷平均警戒值已达到 0.49,而北京、上海、河南、山东等地,已经对环境存在更加严重的压力。

2 草腐菌生产是解决农业废弃物污染重要措施

2.1 食用菌生产在农业生态系统中的作用

如图 2 所示,食用菌在整个农业生态链中属于还原者,在生产者(绿色植物)和消费者(人类、动物)之间搭建物质和能量循环的纽带。假如没有菌类生物和其他微生物,地球生态系统的完整性将被破坏,物质循环终止,人类不能生存。具体表现在:食用菌菌丝体在纤维素酶的协同下,能够将动植物生产的副产物如纤维素类物质进行降解,并将碳源转化成碳水化合物,氮源转化成氨基酸,使有机物进入食物链,进入新的生物循环。分解后的废料进入大田后,可以改善土壤理化结构,提高土壤腐殖质的含量,增加土壤的持水保肥能力。同时,这些废弃的培养料经处理后可作为畜禽的饲料添加剂,还可用来进行沼气生产及喂养蚯蚓,蚯蚓又可作为家禽的饲料、鱼虾的饵料,家禽的粪便又可作为食用菌的栽培基质,进入了新的生物循环。正因为有食用菌这一环节,才形成了一个多物种共生、多层次搭配、多环节相扣、多梯级循环、多层次增值、多效益统一的物质和能量体系,构成食物链和农业生态系统的良性循环,促进生态的可持续协调发展<sup>[9]</sup>。

研究证明,以食用菌生产的废弃料为原料进行沼气生产,产生的沼气作为食用菌生产的能源进入食用菌生产过程,沼液作为生产肥料,沼渣作为饲料,能够实现系统内部物能转化。另外,菌糠可作为牛、羊等草食性动物的饲料<sup>[6,7]</sup>,真正实现废物再利用和“零”污染转化。可以说,通过延伸食用菌产业链条,可以实现循环经济发展构思,进一步提高产业的经济效益和竞争力<sup>[8]</sup>。

2.2 草腐菌与草腐菌生产

食用菌按营养方式可分为木腐菌、草腐菌等种类。草腐菌是以吸收禾草秸秆(如稻草、麦草)等腐草中的有机质作为主要营养来源的一类食用菌,草腐菌栽培所需的主要原料是作物秸秆<sup>[9]</sup>,特别是禾本科植物的秸秆草腐菌人工栽培时如稻草、玉米芯等为主要碳源。在其整个生长发育过程中,靠其自身分解有机物而从中获得所需的全部营养。因此草腐菌生产的主要原材料为粪、草和农业加工业中的废弃物质。草腐菌可将这些农业废弃物分解、转化为可供人们食用的菇体蛋白、脂肪、碳水化合物等营养成分。常见的草腐菌主要有双孢蘑菇

[*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.]、姬松茸 [*Agaricus blazei* Murill]、鸡腿菇 [*Coprinus comatus* (Mull.: Fr.) Gray]、草菇 [*Volvariella voluacea* (Bull.: Fr.) Sing.] 等。

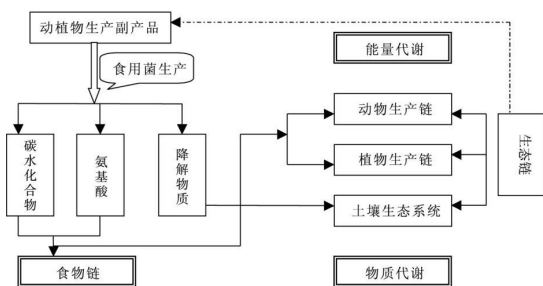


图2 食用菌生产在农业生态链中的地位和作用

## 2.3 草腐菌生产对农业废弃物的利用

我国是一个农业大国, 秸秆是丰富的自然资源, 利用秸秆及禽畜粪便生产草腐菌工艺设备简单、投资少、见效快, 一般农村条件下均可以推广普及, 而且还可以立体种植, 节约土地。人工培养草腐菌基质的主要原材料为粪、草和加工业的废弃物质。以双孢蘑菇为例, 据香港中文大学张树庭教授估计, 1 hm<sup>2</sup> 土地可以生产 67 308~78 526 kg 双孢蘑菇干蛋白, 而在同样土地面积上只能生产牛肉干蛋白 78 kg, 或鱼类干蛋白 673 kg, 同时生产动物干蛋白还需要大量饲料的转化。这充分说明利用农作物秸秆及废弃物生产草腐菌是增加蛋白营养的捷径<sup>[10]</sup>。综上所述, 根据我国国情利用农林副产品生产草腐菌既不占用大量土地, 又不需要昂贵的设备, 而且原料广泛, 可就地取材, 利用农闲季节, 不影响农业生产, 还可促进食品加工业的发展, 更重要的是它是调整我国产业结构的一条捷径, 解决农村剩余劳动力的一条出路, 有利于促进生态环境改善, 一举数得, 利国利民。从社会意义上来讲它可以变废为宝, 减少环境污染, 从整个自然界来看, 它同时起平衡自然生态、促进自然界物质大循环的作用。因此利用农业有机废弃物生产草腐菌是一个优秀的生态农业模式<sup>[11]</sup>。

如图3所示, 人工培养的草腐菌基质的主要原材料为粪、草和加工业的废弃物质。草腐菌可将这些农业的废料, 分解转化为可供人们食用的菇体蛋白、脂肪和碳水化合物等营养成分。以生产规模为 200 万 m<sup>2</sup> 的双孢

蘑菇为例, 则预计每年可转化秸秆和畜禽粪便 1 亿多 kg, 以 1 m<sup>2</sup> 生产 10 kg 双孢菇计算, 可创 4 000 万元的经济价值; 同时, 该产业还可以解决 1 万农民的就业问题。而且, 菌糠、菌渣等首先进行沼池发酵, 沼气可用于照明、生活等能源, 沼液、沼渣不仅可以作为绿色杀虫剂、有机肥料和饲料来发展绿色无公害植物和动物食品, 同时还可以提高土壤肥力、改良土壤结构、减少大量施用化肥和喷洒农药所造成的环境污染, 不仅社会效益巨大, 而且仅肥料一项就可节省复合肥 1 500 余 t, 使 1 kg 秸秆增值 10 倍以上。

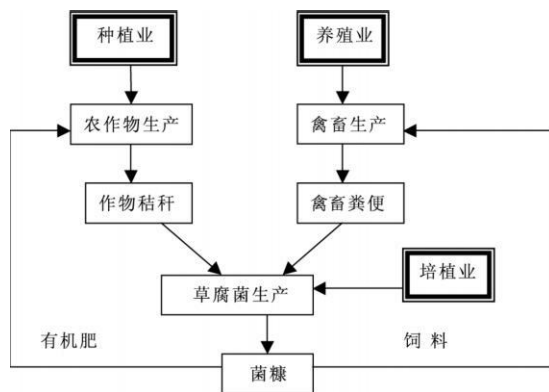


图3 双孢蘑菇生产对农业有机废弃物的利用

## 参考文献

- [1] 农业大词典编辑委员会. 农业大辞典[K]. 北京: 农业出版社, 1998.
- [2] 章力建, 朱立志. 我国“农业立体污染”防治对策研究[J]. 农业经济问题, 2005(2): 4-7.
- [3] 康团飞. 秸秆焚烧的危害与控制[J]. 创新科技, 2004(12): 47.
- [4] 章力建, 刁其玉, 王吉峰. 禽畜养殖业中立体交叉污染及其防治对策[J]. 中国畜牧兽医, 2005, 32(9): 3-6.
- [5] 郑时选, 章力建. 沼气技术在农业立体污染防治中的作用[J]. 中国沼气, 2005, 23(1): 52-53.
- [6] 尹坚. 中国肉产品市场空间均衡研究[D]. 北京: 中国农业大学经济管理学院, 2003.
- [7] 胡定寰. 中国牛肉价格生成及各流通阶段分析[M]. 北京: 当代中国出版社, 2000.
- [8] 卢敏, 李玉. 吉林省食用菌产业发展现状和战略分析[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 27(2): 229-232.
- [9] 常明昌. 食用菌栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [10] 张树庭, 林芳灿. 食用菌遗传与育种[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [11] 孔祥君, 王泽生. 中国蘑菇生产[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

## The Role of Straw-decay Mushroom Production in the Prevention and Control of Agricultural Tri-dimension Pollution

LI Xiao, LI Xiao-bo, LI Yu

(Institute of Mycology, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China)

**Abstract:** agricultural waste is the main pollution sources causing agricultural tri-dimension pollution, but these crop straws and livestock waste are good resources for cultivating straw-decay mushroom, straw-decay mushroom can make agricultural waste translate into mushroom protein, fat and carbohydrate etc, which can resolve pollution problems of agricultural waste.

**Key words:** Straw-decay mushroom; Crop straws; Livestock waste