

Study on Effects of Edible Fungi on Water Pollution and Control

Kang Zhang¹, Yingwei Wang^{2*}, Handong Shi¹, Yongxian Sun¹, Yang Wang¹

¹Suifenhe Zhonghuan Water Co., Ltd., Mudanjiang Heilongjiang

²Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

Email: ^{*}15945683311@126.com

Received: Jan. 27th, 2020; accepted: Feb. 11th, 2020; published: Feb. 18th, 2020

Abstract

The production of edible fungi is huge in our country, but the utilization rate of mushroom dregs is lower, waste mushroom dregs cause serious environmental pollution. This article analyzes the composition of waste mushroom bran bags and its effect on surrounding soil and water quality. After breaking, heating and ultrasonic treatment of mushroom bran in laboratory, it was determined that the water solution of mushroom bran is weakly alkaline, and would precipitated a large number of refractory organics, made the colourity of the water increase. Accounting the total pollutants, the precipitation of mushroom bran, such as nitrate, total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), heavy metal elements such as iron, manganese element have a large number of soluble, and the paper is proposed the pollution control measures of mushroom bran.

Keywords

Water Pollution, Agricultural Wastes, Management Strategy, Edible Fungi

食用菌菌糠对水污染的影响与污染防治研究

张康¹, 王英伟^{2*}, 施汉东¹, 孙永宪¹, 王洋¹

¹绥芬河中环水务有限公司, 黑龙江 牡丹江

²东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨

Email: ^{*}15945683311@126.com

收稿日期: 2020年1月27日; 录用日期: 2020年2月11日; 发布日期: 2020年2月18日

摘要

我国食用菌生产量巨大, 但菌渣的利用率低, 废弃菌渣造成了很严重的环境污染。本文分析了废弃菌糠

*通讯作者。

袋的成分及对周边土壤和水体水质的影响。在实验室对菌糠破碎、加温、超声处理后，确定了菌糠溶于水后呈弱碱性，会溶出大量难降解有机物，使水体色度增加。其他化学性指标如硝酸盐、总磷、总氮、重金属元素铁、锰等均有大量溶出，并提出了菌糠的污染防治措施。

关键词

水污染, 农业废弃物, 治理策略, 菌糠

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

菌糠又叫菌渣，是利用秸秆、木屑等原料进行食用菌代料栽培，收货后的培养基剩余物，俗称食用菌栽培废料、菌渣或余料；是食用菌菌丝残体及经食用菌酶解，结构发生质变的粗纤维等成分的复合物[1]。我国食用菌生产量位于世间前列，年产量在1200万吨以上，年产菌糠总量不少于900万吨。如此规模的菌栽培废料对环境造成了巨大的压力。尤其是菌糠袋破碎后，散落的菌糠随地表径流进入水体，长时间浸泡在水中析出的大量难降解有机物以及重金属元素会对水环境造成严重污染[2]，因此，大力开发菌糠资源化综合利用途径，产生较好的环境效益是目前需要重视解决的问题。

2. 菌渣成分

菌渣的成分主要与培养料相关，由于南北所适合栽培的品种不同及主要农作物废料的差异，不同地区所选用的食用菌栽培原料也各有差异。黑龙江等东北地区主要以木屑、农作物秸秆等为主要配料。栽培完食用菌后配料布满菌丝，变得更加疏松柔软，主要是经过多种微生物作用后，纤维素、半纤维素和木质均被不同程度降解。

在食用菌采收之后，有大量的菌丝体和有益菌留在了菌棒上，并且在菌丝生长过程中通过酶解作用产生了多种糖类、有机酸类、酶和生物活性物质。菌渣中含有丰富的蛋白质、纤维素和氨基酸等。

如蘑菇渣中除了含有大量的菌丝体、蛋白质外，还含有铁、钙、锌、镁等微量元素，据测定：每0.5千克菇渣中含钙10.86 g、磷3.6 g、钾4.04 g、钠8.7 g、铜0.0049 g、镁1.58 g、铁0.69 g、锌0.06 g、锰0.0774 g。营养成分含量丰富，处置不当不仅造成资源浪费，同时对周边环境会造成严重污染[3] [4]。

3. 食用菌渣袋再利用

目前资源化处理食用菌菌渣的主要方法包括循环利用、肥料化利用、饲料化利用、基质化利用以及能源化利用等[5] [6] [7]。杨霞等人探究了菌渣代替树皮对霍山石斛栽培的可行性，研究发现菌渣可以部分替代树皮栽培石斛[8]。张洁娣等人利用食用菌菌渣饲养甲科环锹属鸡冠细身赤锹形虫幼虫，结果表明木耳菌渣可作为人工饲料饲养鸡冠细身赤锹形虫幼虫，可实现食用菌菌渣的二次利用[9]。

目前对食用菌副产物的资源化利用研究大多集中在单个领域，缺乏行业间的衔接与结合，副产物难以得到整体有效的综合利用。探索食用菌渣按照循环农业的理念，发展多级利用、循环生产模式可使食用菌产业更具竞争力，食用菌业副产物循环利用模式以食用菌业作为纽带，连接种植业和养殖业，从而实现农业废弃物资源的高效循环利用[10]。根据上述方法的可行性，在政府的主导下，联合当地企业因地制宜的对废弃食用菌菌渣进行二次或多次利用，可以减轻当地环境压力，并使经济效益最大化。

4. 食用菌渣袋对环境的影响

菌渣对环境生态的影响研究较少, 楼子墨[11]等选取杏鲍菇菌糠、平菇菌糠、菌糠有机肥作为样品, 研究了菌糠的重金属环境风险评估及淋溶状态下对环境可能的影响, 结果表明, 氮、磷、有机物均有淋出趋势, 随意堆放易引起水体富营养化。程志强[12]等分析了废弃黑木耳菌糠理化性质及环境影响分析, 结果认为, 废弃黑木耳菌糠呈酸性, 一般木耳食用菌的种植都在靠近水源的地方, 淋溶出金属离子将进入地下水或附近的水域。

废弃食用菌渣袋占用了大量的土地面积, 严重侵蚀了有限的耕地资源。包裹在废弃食用菌渣袋外侧的聚乙烯薄膜在堆存一定时间或在外力的作用下极易破碎与菌渣剥离, 图 1 为耕地和水体周边的菌渣袋, 可见在环境中会形成白色污染。不仅影响自然景观, 产生“视觉污染”, 而且难以降解, 对生态环境还会造成潜在危害, 如: 混在土壤中, 影响农作物吸收养分和水分, 导致农作物减产; 增塑剂和添加剂的渗出会导致地下水污染; 混入城市垃圾一同焚烧会产生有害气体, 污染空气, 损害人体健康, 填埋处理将会长期占用土地。



Figure 1. Pile of edible fungi bags in cultivated land and around water body
图 1. 堆存在耕地中和水体周边的废弃食用菌渣袋

在丰水期水体周边的食用菌渣袋易在地表径流的作用下, 成为水体的主要污染源。如此众多数量的菌渣如果长时间浸泡在水体中, 菌渣中浸出的木质素将使水源地水质的浊度、色度受到严重影响。由于食用菌渣中含多有种糖类、有机酸类、酶和生物活性物质, 蛋白质、纤维素和氨基酸等多种营养物质, 进入水体极易造成水体中好氧细菌过度繁殖, 使水体中溶解氧下降。同时水体富营养化又以磷为关键因素, 而 0.5 千克菇渣中就含有 3.6 g 磷, 水体中磷含量大于 0.01~0.02 ppm 即具备了水体富营养化的条件, 一旦水体出现富营养化, 将进一步加剧水生植物及动物死亡, 导致水体恶化, 甚至产生异味, 水体生态环境将遭到严重破坏。

5. 食用菌糠污染源解析

5.1. 实验方法

菌糠袋是散布水体周边, 如不加以清理, 经过几个月甚至几年的雨水浸泡冲刷, 菌糠水溶物会全部溶出, 将会造成不可恢复的水体水质污染。为了解菌糠对水体中污染物的贡献值, 在实验室通过粉碎、超声和加温的方式, 使菌糠加快释放析出过程, 实验方案如图 2, 设计实验如下:

随机取 3 袋菌糠(来自牡丹经周边地区), 用碎机粉碎后过 20 目筛得到菌末, 分别取 3 份 20 克菌末, 三份菌末分别放在 1L 烧杯内做平行实验, 同时放入 1 L 蒸馏水, 在恒温磁力搅拌器上控水温在 30 度(模仿自然环境的最高温度), 10 天后三个烧杯分别超声 20 分钟, 50 天后取出水样分析测定各指标, 如表 1。

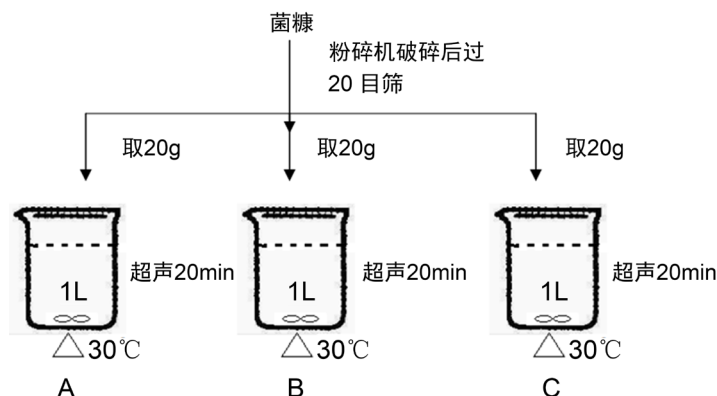


Figure 2. Technical scheme for edible fungi dispersed in water
图 2. 菌糠溶于水实验技术方案

Table 1. Analysis of indicators of edible fungi water solution after 50 days

表 1. 菌糠浸水 50 天后水样各指标分析

序号	检测项目	A	B	C	序号	检测项目	A	B	C
1	pH 值	7.56	7.95	7.79	14	锌 mg/L	0.17	0.19	0.1
2	色度	10,000	10,000	7,500	15	砷 mg/L	-	-	-
3	溶解氧	4.8	4.8	5.2	16	汞(mg/L)	-	-	-
4	高锰酸盐指数 (mg/L)	759.9	998.2	574	17	镉(mg/L)	0.0006	0.0008	0.0004
5	五日生化氧量 (mg/L)	352	580	420	18	铅(mg/L)	0.007	0.007	0.006
6	COD (mg/L)	2789	1827	1413	19	六价铬(mg/L)	-	-	-
7	氨氮(mg/L)	34.2	25.4	31	20	硝酸盐(mg/L)	3.55	2.35	2.3
8	总磷(mg/L)	12.1	10.4	6.14	21	硫酸盐(mg/L)	490	390	460
9	总氮(mg/L)	38.5	29.4	35.4	22	氯化物(mg/L)	30	25	25
10	铁(mg/L)	0.8	1.14	0.05	23	氰化物(mg/L)	-	-	-
11	锰(mg/L)	1.72	1.84	0.9	24	挥发酚(mg/L)	-	-	-
12	铝(mg/L)	0.775	0.755	0.335	25	硫化物(mg/L)	0.695	0.43	0.544
13	铜(mg/L)	0.06	0.14	0.12	26	总大肠菌群(个/L)	≥2,400	≥2,400	≥2,400

注：测定方法为国标法，-表示低于检出限。

5.2. 实验结果分析

图 3 为 20 g 菌糠末溶于水后的颜色状态，a 为刚刚溶于水后的颜色为浅黄色(未超声加温)，b 为 50 天后颜色状态为深棕色(经过超声和加温)。

实验用食用菌的培养料主要以木屑、农作物秸秆、麦麸为主，栽培过程中会接种食用菌，食用菌采收之后，废菌棒多数被链孢、绿色木霉、黑曲霉、酵母菌、细菌等[2]，变得更加疏松柔软，在菌丝生长过程中经过多种微生物作用后，培养料中的纤维素、半纤维素和木质均被不同程度降解，通过酶解作用产生了中间代谢产物微量酚性物、少量生物碱、黄酮及其甙类，还含有肌酸、多肽、皂甙植物甾醇及三萜皂甙、醌类化合物，以及丰富的氨基酸、多糖及铁、钙、锌和镁等微量元素。

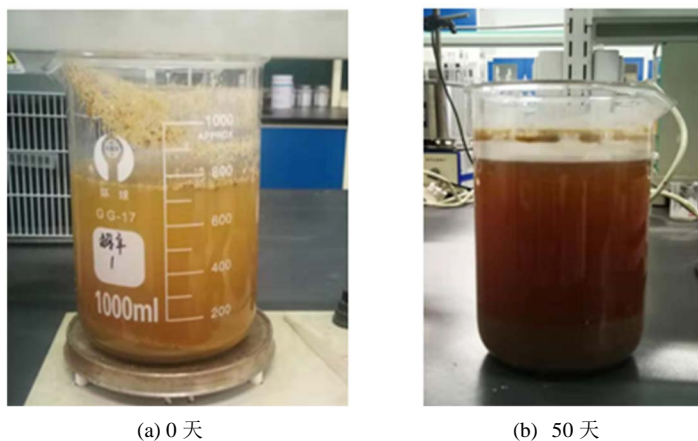


Figure 3. Chromaticity contrast of edible fungi dispersed in water
图 3. 菌糠溶于水的色度对比

20 g 菌糠溶于 1L 蒸馏水后, 经过图 2 的实验过程后, 测定如表 1 所列的 26 项检测指标, 可见随机抽取的 3 个菌糠袋析出物浓度略有差别, 分析结果如下:

1) 菌糠溶液水后, 呈弱碱性, 20 g/L 的菌糠色度可达到 10,000。有机物指标高锰酸盐指数、五日生化需氧量、COD 浓度较高, BOD₅/COD_{Cr} 较低, 可见菌糠溶出大量难降解有机物。

2) 化学性指标如硝酸盐、硫酸盐、氨氮、总磷、总氮、氯化物、硫化物、重金属元素铁、锰、铝、锌、铜、镉、铅均有溶出。

3) 重金属元素六价铬、砷、汞溶出浓度低于检出限, 氰化物、挥发酚溶出浓度低于检出限, 视为对环境不影响。

5.3. 菌糠析出污染物总量核算

假设某地每年生产 830 万袋食用菌, 每袋产生的食用菌渣数量为 0.6 公斤计, 菌糠量约 5000 吨, 结合实验室模拟 20 g 菌糠溶于 1L 蒸馏水后溶出的污染物浓度(表 1), 核算得出菌糠溶出的污染物总贡献值如表 2 所示。

Table 2. Total contribution value of dissolved pollutants from 5000 tons of edible fungi
表 2. 5000 吨菌糠溶出污染物总贡献值

序号	检测项目	溶出均值/20 g 菌糠	溶出均值/g 菌糠	5000 t 菌糠溶出污染物
1	高锰酸盐指数	777.37 (mg)	38.9 (mg)	194.50 t
2	五日生化氧量	450.67 (mg)	22.9 (mg)	114.50 t
3	COD _{Cr}	2009.67 (mg)	100.5 (mg)	502.50 t
4	氨氮	30.20 (mg)	1.5 (mg)	7.50 t
5	总磷	9.55 (mg)	0.5 (mg)	2.50 t
6	总氮	34.43 (mg)	1.7 (mg)	8.50 t
7	铁	0.66 (mg)	0.033 (mg)	0.17 t
8	锰	1.49 (mg)	0.075 (mg)	0.38 t
9	铝	0.62 (mg)	0.03 (mg)	0.15 t
10	铜	0.11 (mg)	0.006 (mg)	0.03 t

Continued

11	锌	0.15 (mg)	0.008 (mg)	0.04 t
12	镉	0.00 (mg)	0 (mg)	0
13	铅	0.01 (mg)	0.0005 (mg)	0.003 t
14	硝酸盐	2.73 (mg)	0.137 (mg)	0.69 t
15	硫酸盐	446.67 (mg)	22.3 (mg)	111.50 t
16	氯化物	26.67 (mg)	1.3 (mg)	6.50 t
17	硫化物	0.56 (mg)	0.03 (mg)	0.15 t
18	总大肠菌群	≥2400 (个)	≥120 (个)	6.0 × 10 ¹¹ 个

5.4. 食用菌菌糠对水污染的影响

由以上实验数据分析得出,菌糠如果长时间浸泡在的水体中,水体的浊度、色度必将受到严重影响。COD、硝酸盐、总磷、铁、锰等多种物质进入水体,极易造成水体中好氧细菌过度繁殖,使水体中溶解氧下降。一旦水体出现富营养化,将进一步加剧水生植物及动物死亡,导致水体恶化,甚至产生异味,金属元素将逐渐富集到生物体内。

6. 污染防治措施

从以上实验分析可知,食用菌菌糠作为废弃物会对周边环境造成严重危害,政府应起到集中管理和疏导作用,进一步开发菌糠资源化利用途径。

1) 建设菌糠袋集中收集存放场所

食用菌加工是农民的主要经济来源,地方政府应根据辖区内行政村的地理位置及食用菌产量加快建设食用菌加工产业园区,积极引导农民进入园区集约化经营。食用菌产业园区中的废弃食用菌袋集中收集堆放点进行地面硬化、加装围网及降尘设施,并购置装卸、运输车辆,形成全面覆盖各行政村的食用菌渣袋收集、运输网络,做到100%的收集处理。彻底解决菌糠袋随意堆存的问题,消除菌糠袋对环境的影响。

2) 开发菌糠再利用途径

当地产生的菌渣可以在政府的主导下,联合当地企业,用作饲养、肥料、食用菌的二次栽培培养基、园艺栽培、生物制剂等方面,进行菌糠资源再利用。当地产生的菌渣可以在政府的主导下,依托生物有机肥项目进行菌糠资源再利用。

3) 已有污染地区需尽快治理

对于已经散乱堆放的菌糠袋尽快进行清理,避免菌糠袋长期浸泡后释放污染物,从源头上根除对环境生态的危害。

参考文献

- [1] 卫智涛,周国英,胡清秀. 食用菌菌渣利用研究现状[J]. 中国食用菌, 2010, 29(5): 3-6+11.
- [2] 冯敏,邓春海. 尚志市黑木耳生产现状和产业发展对策探讨[J]. 中国食用菌, 2018, 37(3): 80-81+83.
- [3] 栗方亮,王煌平,张青,王秋营,林琼,罗涛. 菌渣对土壤性状和作物的影响及其再利用研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2015, 17(3): 100-106.
- [4] 吴韶辉,温明霞,王鹏,石学根. 菌渣还田对本地早光合作用和果实品质的影响[J]. 浙江柑橘, 2019, 36(1): 15-20.

-
- [5] 郑玉权, 李尚民, 范建华, 蒋一秀, 窦新红. 食用菌菌渣资源化利用研究进展[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(12): 39-40+146.
- [6] 孙浩冉. 菌糠资源化利用及其对土壤环境质量的改良[J]. 中国食用菌, 2019, 38(8): 11-13.
- [7] 唐阳阳, 段雨, 袁崇善, 张爱武. 菌糠饲料应用价值及加工处理方法研究进展[J]. 家畜生态学报, 2019, 40(10): 88-90.
- [8] 杨霞, 吴松展, 刘景坤, 余小兰, 李光义, 王进闯, 李勤奋. 秀珍菇菌渣在霍山石斛栽培基质上的应用效果分析[J]. 热带作物学报: 1-10[2019-12-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1019.S.20191114.1118.004.html>
- [9] 张洁娣, 李天奇, 王吉锐, 吕坤, 杨瑾如, 叶璞, 徐志宏. 利用食用菌菌渣饲养鸡冠细身赤锹形虫[J]. 环境昆虫学报, 2018, 40(5): 1149-1156.
- [10] 黄小云, 沈华伟, 韩海东, 钟珍梅, 罗涛, 黄秀声. 食用菌产业副产物资源化循环利用模式研究进展与对策建议[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(10): 125-132.
- [11] 楼子墨, 王卓行, 周晓馨, 傅瑞琪, 刘榆, 徐新华. 废弃菌糠资源化过程中的成分变化规律及其环境影响[J]. 环境科学, 2016, 37(1): 397-402.
- [12] 程志强, 刘景华, 康立娟, 张恒铭, 马琦. 废弃黑木耳菌糠特征及环境影响分析[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(7): 45-48+54.