

猪粪沼液与玉米秸秆栽培双孢菇技术研究

赵佳浩 姚太梅 忻龙祚

(河北北方学院农林科技学院 河北 张家口 075000)

摘要: 本试验以猪粪沼液取代自来水,以玉米秸秆、牛粪、野草等为主料,来制作双孢菇栽培基质。研究了不同比例的猪粪沼液对双孢菇栽培料的发酵温度、到达有效发酵温度的时间、栽培料的含水量、密度等物理性状,以及对双孢菇菌丝生长势、子实体的单位产量、农艺性状的影响。结果表明,猪粪沼液作为一种氮素来源可以用于双孢菇栽培,以取代水的比例70%为最佳,但与对照差异不显著,还需后续试验来探究最佳的配方比例。

关键词: 猪粪沼液;玉米秸秆;氮素原料;双孢菇

近年来,我国规模化养猪业迅速发展,随之产生的排泄污物(猪粪、猪尿、冲圈废水)具有体积大、数量多、难以干湿分离、有机物含量与氨氮含量高等特点,已成为一种主要的农业污染源^[1]。发展沼气工程是目前处理猪粪的主要方式,但沼气工程产生的大量富营养的猪粪沼液废水也会对水体生态环境以及人类健康造成严重危害。经河北农业大学园艺学院检测,猪粪沼液中碳素含量为1.596%,氮素含量为0.232%,具有氮磷浓度高、成分复杂等特点。在未得到妥善处理的情况下,其中的氮、磷以及有机物等会导致水体富营养化,使人类饮用水环境受到污染,严重破坏水体生态平衡。另外,废水中氨的释放也会对大气造成严重污染。

受政策与环境压力的影响,在全国范围内,规模化养猪行业已有北移的趋势。如中粮家佳康(张北)有限公司在张北已建立河北省首家百万头生猪养殖基地,但在张承地区,农作物主要以玉米为主,种植结构比较单一。如果将猪粪沼液作为肥料直接施于农田^[2],猪粪沼液的消耗量并不大,无法满足猪粪沼液的处理需求。同时,还会造成温室气体排放(如 N_2O 、 NO 和 N_2)^[3]。因此,寻求一种简单、有效且经济的猪粪沼液废水处理方法就显得极为重要。

与此同时,在食用菌产业发展过程中,“南菇北移”也已成为一个发展趋势。其中栽培面积最广、最受欢迎的食用菌就是双孢菇(*Agaricus bisporus*)^[4],又称白蘑菇、洋蘑菇、纽扣菇,属伞菌目伞菌科蘑菇属^[5],其肉质肥嫩、味道鲜美、营养丰富,是一种高蛋白、低脂肪、低热量的健康食品^[6]。双孢菇是典型的草腐真菌,它以农作物秸秆和畜禽粪便作为主要的生产原料,分别为双孢菇生长提供碳源、氮源^[7]。而传统栽培中的畜禽粪便无法满足双孢菇生长所需的氮素营

养,需要另加其他氮源以满足其生长需要。猪粪沼液废水中含有氮、磷以及其他营养物质,可以为双孢菇提供充足的氮素营养^[8]。

本试验尝试用猪粪沼液、玉米秸秆、牛粪、野草等材料进行双孢菇培育,不仅解决了沼气工程中沼液过多无法处理的问题,减轻了对水体环境的污染。同时,种完双孢菇的培养料也是优质肥沃的有机肥料,可以直接还田^[9]。

1 材料与方法

1.1 供试材料。双孢菇 AS2796,引自河北邯郸市华沃生物科技有限公司;猪粪沼液由中粮家佳康(张北)有限公司提供;玉米秸秆与野草由河北北方学院南校区校内农场提供;牛粪由河北绿健食用菌科技开发有限公司提供;尿素、石膏、过磷酸钙、石灰等均由河北北方学院食用菌实验室提供。

1.2 试验地点。试验地点位于河北北方学院南校区食用菌研究所。

1.3 试验设计。本试验用不同比例的猪粪沼液取代水来制作栽培基质,并以只添加纯水的处理做对照。通过研究不同比例的猪粪沼液对双孢菇栽培料的发酵温度、到达有效温度的时间、栽培料的含水量、密度等物理性状,以及对双孢菇菌丝生长势、单位产量、农艺性状的影响,最后进行综合分析找出最适合栽培双孢菇的处理,为猪粪沼液栽培双孢菇提供依据。各处理主要原材料用量及碳氮比见表1。

表1 不同处理主要原材料配比及C/N

处理	猪粪沼液比例 (%)	水的比例 (%)	玉米秸秆 (kg)	野草 (kg)	牛粪 (kg)	尿素 (kg)	石膏 (kg)	磷肥 (kg)	石灰 (kg)	碳氮比
CK	0	100	24.75	9.00	11.25	0.32	0.45	0.45	0.45	33.50 : 1
1	60	40	24.75	9.00	11.25	0.14	0.45	0.45	0.45	32.67 : 1
2	70	30	24.75	9.00	11.25	0.09	0.45	0.45	0.45	32.88 : 1
3	80	20	24.75	9.00	11.25	0.05	0.45	0.45	0.45	33.13 : 1
4	90	10	24.75	9.00	11.25	0	0.45	0.45	0.45	33.34 : 1
5	100	0	24.75	9.00	11.25	0	0.45	0.45	0.45	32.98 : 1

1.4 试验方法

1.4.1 栽培料配方的确定。根据栽培料的干重,按所需达到的65%含水量的要求,计算出各个处理的用水量。用不同比例的猪粪沼液代替纯水,按照碳氮比为31:1~35:1要求共设置6个处理,每个处理种植0.5 m²,每个处理设置3个重复,其中CK为对照,按照每个处理每次重复用料15 kg(干料)的规格来制作栽培料。

1.4.2 栽培料堆置发酵。采用一次发酵工艺,按照预先设置好的配方添加原料,再根据计算出的水用量与

沼液用量,进行预湿。24 h后,将原料建成高度约1.5 m、宽度2 m左右、长度不限的梯形堆,进行发酵。每隔3~4 d翻堆1次,直至发酵腐熟。发酵腐熟的栽培料呈棕褐色,且不沾手,松软,有弹性,轻拉即断,无臭味。随后即可播种,进行养菌出菇管理。

1.4.3 测定项目及方法。①栽培料的发酵温度与时间:记录温度达到有效发酵温度48℃~55℃时所用的时间,有效发酵温度的维持时间,以及每日发酵温度的变化情况。②栽培料含水量的测定:在每个处理中随机取出等质量的样品,采用烘干法测量每个处理栽培料的含水量。含水量=(栽培料原重 m_1 -栽培料烘干重 m_2)/栽培料原重 m_1 。③栽培料体积的测定:发酵完成后将栽培料装入塑料筐(61 cm×41 cm×15 cm),测量出每个处理栽培料的体积(V)、质量(m),根据体积与质量计算出每个处理栽培料的密度,密度=m/V。④观察记录每个处理中双孢菇的菌丝生长势、单位产量、农艺性状(单菇重、菌盖厚度、菌盖直径、菌柄长度、菌柄直径)。⑤数据采用SPSS Statistics 22软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理栽培料发酵情况的比较

2.1.1 不同处理栽培料发酵温度日变化。图1为不同处理栽培料在2020年10月15日至11月6日堆制发酵期间,栽培料发酵温度的日变化。从图1可以看出,自10月15日堆制发酵开始,不同处理栽培料温度迅速上升,到10月16日后平均发酵温度均达到60℃~70℃,之后随着每次翻堆,栽培料发酵温度表现出规律性的起伏波动,变化规律也基本一致,且随着翻堆次数的增加,栽培料平均发酵温度变化逐渐平缓。

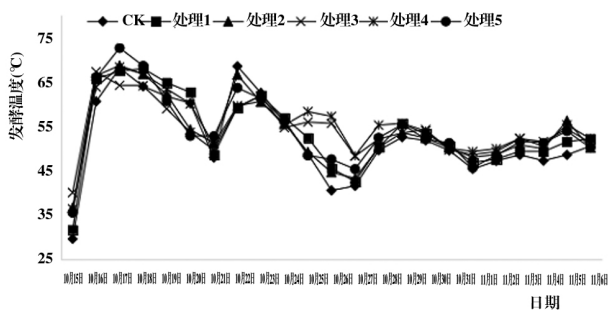


图1 不同处理栽培料发酵温度日变化

注:10月14日下午建堆,10月15日开始记录温度

2.1.2 不同处理栽培料发酵情况比较。将栽培料日发酵温度达到48℃视为有效发酵温度,统计其有效发酵积温、有效发酵天数和平均有效发酵温度。从表2可以看出对照组及不同处理栽培料的平均有效发酵温度,其中,添加60%猪粪沼液的处理温度最高,达到56.6℃,其次是对照组,平均有效发酵温度为56.29℃,最低的是添加80%猪粪沼液的处理,平均

有效发酵温度只有54.98℃。有效积温和有效发酵天数对于栽培料充分发酵更为重要,从表2可知,随着猪粪沼液添加量的梯度增加,有效积温和有效发酵天数也逐渐增加,添加90%猪粪沼液处理的有效积温和有效发酵天数达到最高,分别为1236.07℃和22d;当猪粪沼液添加量达到100%时,栽培料的有效积温和有效发酵天数反而下降。

表2 不同处理栽培料发酵情况比较

处理	有效积温(℃)	有效发酵天数(d)	平均有效发酵温度(℃)
CK	900.64	16	56.29
1	1018.73	18	56.60
2	1062.55	19	55.92
3	1209.45	22	54.98
4	1236.07	22	56.19
5	1068.71	19	56.25

2.1.3 方差分析。对于对照组及不同处理栽培料有效发酵温度进行SPSS方差分析,见表3、表4。从方差齐性检验表可知,显著性0.321>0.05,说明本次分析方差是齐性的,可以使用单因素方差分析法。从单因素方差分析表可知,通过F检验,0.978>0.05,说明对照和各处理间有效发酵温度不存在显著性差异。

表3 方差齐性检验

Levene 统计量	df1	df2	显著性
1.185	5	110	0.321

表4 单因素方差分析

项目	平方和	df	均方	F	显著性
组间	32.887	5	6.577	0.155	0.978
组内	4679.884	110	42.544		
总数	4712.771	115			

2.2 不同处理栽培料物理性状的比较。由表5可知,发酵完成后的栽培料对照组含水量最低,为63.37%;添加90%猪粪沼液的处理含水量最高,为64.43%。但各处理的含水量之间没有显著性差异。同时,由表5可知,栽培料密度最高的是添加90%猪粪沼液的处理,为108.34 kg/m³,密度最低的是添加80%猪粪沼液的处理,为100.09 kg/m³。但各个

表5 不同处理栽培料物理性状比较

处理	含水量(%)	密度(kg/m ³)
CK	63.37a	100.91a
1	63.77a	103.58a
2	63.93a	104.40a
3	63.63a	100.09a
4	64.43a	108.34a
5	64.13a	105.96a

处理之间差异并不显著。说明猪粪沼液添加量的变化,不会显著影响栽培料的物理性状。

2.3 不同处理栽培料菌丝生长势比较。表6为不同处理栽培料菌丝生长情况的比较,可以看出,对照组和添加60%猪粪沼液的处理菌丝生长速度最快,分别达到3.70 mm/d和3.62 mm/d,显著优于其他处理;从菌丝色泽与菌丝生长势来看,对照组、添加60%猪粪

沼液的处理和添加 70%猪粪沼液的处理菌丝颜色洁白,生长势最强,而添加 80%猪粪沼液的处理、添加 90%猪粪沼液的处理、添加 100%猪粪沼液的处理菌丝颜色灰白,表明菌丝生长势弱。

表 6 不同处理栽培料菌丝生长势比较

处理	菌丝色泽	菌丝生长势	菌丝生长速度(mm/d)
CK	白	+++	3.70a
1	白	+++	3.62a
3	灰白色	++	3.38b
4	灰白色	++	3.11c
2	白色	+++	2.85d
5	灰白色	++	2.71d

2.4 不同处理栽培料出菇产量及农艺性状

2.4.1 不同处理的出菇产量。由表 7 可知,添加 70%猪粪沼液的处理与添加 100%猪粪沼液的处理产量高

表 7 不同处理栽培料的单位出菇量

处理	单位产量(kg/m ²)
2	7.09a
5	6.94a
CK	6.67ab
1	5.51b
3	4.69b
4	3.34b

于对照组,其中添加 70%猪粪沼液的处理产量最高,为 7.09 kg/m²,与对照组的产量 6.67kg/m²相比,不存在显著性差异。同时,还可以看出,在猪粪沼液添加比例为

70%时双孢菇产量达到最高点,随后随着猪粪沼液添加比例的梯度增加,产量反而逐渐降低,当猪粪沼液添加比例为 100%时,产量出现了回升,但仍低于添加 70%猪粪沼液的处理。综上所述,可以说明栽培料中添加适当猪粪沼液有利于提高双孢菇产量,但与对照组对比,增产效果并不明显。

2.4.2 不同处理的子实体农艺性状。由表 8 可知,从子实体农艺性状来看,对照组的单菇重、菌盖直径、菌盖厚度、菌柄长度均高于其他处理,但除菌盖厚度外,对照组与其他处理并无明显差异。从菌柄直径来看,添加 100%猪粪沼液的处理最长,但与其他处理相比并无明显差异。

表 8 不同处理的子实体农艺性状

处理	单菇重(g)	菌盖直径(cm)	菌盖厚度(cm)	菌柄直径(cm)	菌柄长度(cm)
CK	48.75a	5.83a	2.06a	1.96a	3.03a
1	42.27a	5.40a	1.95ab	1.88a	2.93a
2	39.92a	5.32a	1.82ab	1.99a	2.45a
3	41.84a	5.67a	1.65ab	1.85a	2.48a
4	43.08a	5.40a	1.71ab	2.00a	2.91a
5	46.92a	5.52a	1.60b	2.07a	2.70a

3 结论与讨论

试验结果表明,添加猪粪沼液有助于栽培料的快速生温,但不会影响整个发酵过程中的温度变化规律;从栽培料的物理性状来看,添加不同比例的猪粪沼液对栽培料发酵完成后的含水量、密度等物理性状

影响并不显著;从菌丝生长势、菌丝生长速度来看,添加猪粪沼液会在一定程度上抑制菌丝的生长,但添加猪粪沼液比例到 70%时,虽然菌丝生长速度较慢,但其菌丝颜色较白,菌丝生长势较强。可以看出,猪粪沼液对双孢菇菌丝的生长有一定的抑制作用,可能是猪粪沼液中的硫化氢、吡啶类、酚类等物质抑制了菌丝的生长。从单位产量来看,添加 70%猪粪沼液的处理单位产量最高,但与对照组相比增产效果并不明显;从子实体农艺性状来看,添加猪粪沼液并不会显著影响子实体的性状。

综上可以得知,猪粪沼液在双孢菇栽培中的应用是可行的。猪粪沼液与水的最优比例为 70%的猪粪沼液,30%的水,但其优势并不明显,还需后续试验来探究最佳配方比例。另外,结合栽培料物理学性状、单位产量、菌丝生长势进行分析,可以看出,处理 4 有效发酵积温、有效发酵天数、栽培料含水量、栽培料密度均为最高,但其单位产量最低,且密度过高会影响栽培料的透气性,进而影响菌丝生长势,以上问题均可能是由于栽培料发酵的过于腐熟,消耗了大量的营养,同时影响了栽培料的物理性状,造成菌丝生长势较弱,后期产量较低。因此,还需要针对处理 4 的配方,探究最佳的发酵天数,并结合添加 70%猪粪沼液的配方比例进行综合分析,来探究最优的配方比例。

参考文献

- [1] 中华人民共和国环境保护部, 中华人民共和国国家统计局, 中华人民共和国农业部. 第一次全国污染普查公报 [R]. 2010.
- [2] 靳红梅, 常志州, 郭德杰, 等. 追施猪粪沼液对菜地氨挥发的影响 [J]. 土壤学报, 2012, 49 (1): 86~95.
- [3] 邱炜红, 刘金山, 胡承孝, 等. 不同施氮水平对菜地土壤 N₂O 排放的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2010, 29 (11): 2 239~2 243.
- [4] 黄毅. 食用菌生产理论与实践 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1992.
- [5] 魏启舜, 王琳, 赵荷娟, 等. 麦秸栽培双孢蘑菇配方筛选试验研究 [J]. 金陵科技学院学报, 2013 (3): 50~54.
- [6] 续建军. 不同培养料栽培双孢蘑菇的试验 [J]. 甘肃农业, 2005 (11): 214.
- [7] 胡斌杰, 陈金峰. 双孢菇栽培高产高效培养料配方的筛选 [J]. 北方园艺, 2009 (7): 225~227.
- [8] 杨菁, 林代炎, 翁伯琦, 等. 应用猪粪分离渣栽培毛木耳的品质研究 [J]. 中国食用菌, 2015 (1): 15.
- [9] 林代炎, 叶美锋, 吴飞龙, 等. 规模化养猪场粪污循环利用技术集成与模式构建研究 [J]. 农业环境科学学报, 2010, 29 (02): 386~391.