

王洪涛,王英姿,石 洁,等. 鸡粪沼液对果树 5 种病原菌的抑菌杀菌作用[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):114-117.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.030

# 鸡粪沼液对果树 5 种病原菌的抑菌杀菌作用

王洪涛<sup>1</sup>, 王英姿<sup>1</sup>, 石 洁<sup>1</sup>, 董泰丽<sup>2</sup>, 付传翠<sup>2</sup>

(1. 山东省烟台市农业科学研究院植物保护研究所, 山东烟台 265500; 2. 山东民和生物科技股份有限公司, 山东蓬莱 265600)

**摘要:**用不同浓度的鸡粪沼液对 5 种果树病原菌(葡萄灰霉病病菌、葡萄白腐病病菌、葡萄炭疽病病菌、苹果轮纹病病菌、苹果斑点落叶病病菌)的抑菌效果和杀菌效果进行研究。结果表明,鸡粪沼液 5 倍稀释液对果树 5 种病菌均有强烈的抑制作用,不同时期菌丝生长抑菌率均为 100.00%;鸡粪沼液 5 倍稀释液对苹果轮纹病病菌、苹果斑点落叶病病菌、葡萄灰霉病病菌杀菌率均为 100.00%,对葡萄白腐病病菌、葡萄炭疽病病菌杀菌率分别为 45.29%、30.35%。处理 7 d 后,鸡粪沼液 10 倍稀释液对葡萄灰霉病病菌、葡萄白腐病病菌抑菌率均为 100.00%,对葡萄炭疽病病菌、苹果轮纹病病菌、苹果斑点落叶病病菌抑菌率分别为 78.15%、86.78%、45.02%。鸡粪沼液 25、50 倍稀释液对葡萄灰霉病病菌、葡萄白腐病病菌抑菌率均在 80% 以上,对其他 3 种病原菌抑菌作用不明显。

**关键词:**沼液;菌丝生长法;果树病原真菌;抑菌活性;杀菌作用

**中图分类号:** S216.4;S482.2<sup>+</sup>92 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0114-04

进入 21 世纪以来,我国面临着能源短缺和环境污染的两大问题。沼气工程具有可以产生替代能源和减少环境污染的优势,近年来规模化沼气工程建设在国内外得到了迅速发展<sup>[1-3]</sup>。沼液是沼气生产的重要副产品,是一种养分含量全面、速效养分丰富、肥效稳定的有机肥。将其有效利用,不仅可以带来可观的经济效益,而且具有显著的社会效益<sup>[4]</sup>。国内外许多学者对沼液的综合利用进行了很多研究,主要集中于沼液作为有机肥在农业生态中的应用,包括对农产品质量、品质的影响,对土壤理化性质的影响,对环境的安全评价等<sup>[5-7]</sup>。

沼液除了具有肥力特性外,还具有抑菌、抗逆、杀死和抑制作物病虫害的作用,是理想的化学农药代替品<sup>[8]</sup>。前人关于沼液施用对作物病害防治的作用开展了大量研究,主要集中于水稻、小麦、玉米、棉花、烟草、甘薯、番茄、辣椒、黄瓜、茄、草莓等作物上。已有研究表明,沼液对某些植物病原真菌具有显著抑制作用<sup>[9-10]</sup>,但关于鸡粪沼液对果树类病原菌抑制作用的研究还未见报道。本研究选择对果树(苹果、葡萄)有较大影响的 5 种主要病原菌(苹果轮纹病病菌、苹果斑点落叶病病菌、葡萄灰霉病病菌、葡萄白腐病病菌、葡萄炭疽病病菌)进行鸡粪沼液抑菌和杀菌试验,分别研究不同浓度的鸡粪沼液对这 5 种病原真菌的抑制效果和灭杀作用,旨在为进一步研究鸡粪沼液抑制病原菌机制提供理论基础,同时也为鸡粪沼液应用于果树病害的田间防治提供科学依据。

收稿日期:2017-05-23

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2014BAD24B01);山东省现代农业产业技术体系果品产业创新团队病虫害防治与质量控制岗位专家专项(编号:SDAIT-06-11);山东省重点研发计划(编号:2017CXGC0214)。

作者简介:王洪涛(1983—),男,山东菏泽人,博士,农艺师,主要从事果树植保工作。Tel:(0535)6352015;E-mail:youzisu@163.com。

通信作者:王英姿,研究员,硕士生导师,主要从事果树、蔬菜植物保护等工作。Tel:(0535)6352015;E-mail:ytnkyzbs@126.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 沼液 沼液由山东民和生物科技股份有限公司提供,主要发酵原料为鸡粪。

1.1.2 菌种 苹果轮纹病病菌(*Botryosphaeria dothidea*)、苹果斑点落叶病病菌(*Alternaria mali*)、葡萄白腐病病菌(*Coniothyrium diplodiella*)、葡萄炭疽病病菌(*Glomerella cingulata*)、葡萄灰霉病病菌(*Botrytis cinerea*)由山东省烟台市农业科学研究院植物保护研究所提供。

1.1.3 培养基 上述 5 种病菌菌试验均采用马铃薯葡萄糖琼脂(potato dextrose agar,简称 PDA)培养基。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验前的准备 鸡粪沼液浓度梯度的设定:将鸡粪沼液用无菌水稀释成 5、10、25、50、100、300 倍液 6 个浓度梯度,备用。

供试病原菌的培养:将已接种供试菌的 PDA 培养基平皿放入恒温箱培养 4~5 d,备用。

1.2.2 抑菌试验操作 将培养基经 121 ℃灭菌 20 min,自然冷却至温度为 30~40 ℃时,按照每 100 mL PDA 培养基中添加 5 mL 的比例,分别向盛有培养基的三角烧瓶中加入不同浓度的鸡粪沼液,以无菌水作为对照,混合均匀后倒入平皿中。待平皿中培养基凝固后,在无菌条件下,用灭过菌的内径为 6 mm 的打孔器取相同大小的菌饼。将菌饼移至不同培养基平皿中央,菌丝面朝下(菌丝面与培养基接触),每个培养皿内放置 1 个菌饼。将接菌后的培养皿置于生化培养箱内,在温度为 27 ℃的条件下培养。共培养 7 d,每隔 24 h 用游标卡尺十字交叉法垂直测量培养基平皿上病原菌菌落的直径,取其平均值,单位为 mm,记数。每个处理 5 次重复。

1.2.3 杀菌试验操作 在无菌条件下,用灭过菌的内径为 6 mm 的打孔器将完全被抑制的菌块(鸡粪沼液 5 倍液处理)移至空白 PDA 培养基平皿中央。将平皿放入恒温箱中培养,

每隔 24 h 测量培养基平皿中病原菌菌落的直径,记数,共培养 7 d。每个处理 5 次重复。

1.2.4 抑(杀)菌率计算公式 根据调查数据,按下面公式计算抑(杀)菌率:

抑(杀)菌率 =  $\frac{\text{对照平皿菌落直径} - \text{处理平皿菌落直径}}{\text{对照平皿菌落直径}} \times 100\%$ 。

1.3 数据分析

数据采用 Excel、SPSS 18.0 分析软件进行方差分析和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 鸡粪沼液对葡萄灰霉病病菌的抑制效果

由表 1 可知,鸡粪沼液对葡萄灰霉病病原菌生长抑制作用明显,且与其浓度呈正相关。试验期间,5、10 倍液鸡粪沼液处理对葡萄灰霉病病菌抑制率均为 100.00%。处理 1 d

后,25、50、100 倍液鸡粪沼液处理对葡萄灰霉病病菌抑制率分别为 100.00%、100.00%、91.67%;随着处理时间的延长,其抑菌效果略有下降,7 d 后抑菌率分别为 92.62%、83.07%、61.46%。300 倍液鸡粪沼液处理对葡萄灰霉病病菌抑制率较差,至试验结束时抑菌率仅为 11.33%。

2.2 鸡粪沼液对葡萄白腐病的抑制效果

由表 2 可知,沼液浓度不同,其对葡萄白腐病的抑制作用有一定差异。5、10 倍液鸡粪沼液处理对葡萄白腐病病菌抑制率均为 100.00%。处理 1 d 后,25、50、100 倍液鸡粪沼液处理对葡萄白腐病菌抑制率分别为 100.00%、100.00%、89.29%;随着处理时间的延长,其抑菌效果略有下降,试验结束时抑菌率分别为 90.68%、85.04%、58.35%。处理后 7 d,300 倍液鸡粪沼液处理对葡萄白腐病病菌抑制率仅为 13.66%,抑制效果较差。

表 1 鸡粪沼液对葡萄灰霉病病原菌生长的抑制作用

稀释倍数	抑菌率(%)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
10	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
25	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	98.87 ± 1.13	95.96 ± 2.78	94.98 ± 2.79	94.90 ± 2.79	92.62 ± 3.91
50	100.00 ± 0.00	95.07 ± 2.78	95.59 ± 0.84	91.20 ± 1.41	86.83 ± 0.75	84.20 ± 2.15	83.07 ± 2.36
100	91.67 ± 8.33	92.01 ± 1.15	83.42 ± 1.21	78.73 ± 1.71	74.37 ± 1.77	64.49 ± 2.95	61.46 ± 2.91
300	40.30 ± 8.18	32.06 ± 5.00	30.84 ± 4.97	25.00 ± 5.58	25.40 ± 6.35	17.57 ± 2.16	11.33 ± 2.34

表 2 鸡粪沼液对葡萄白腐病病原菌生长的抑制作用

稀释倍数	抑菌率(%)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
10	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
25	100.00 ± 0.00	97.32 ± 2.68	95.54 ± 2.23	90.23 ± 1.14	92.22 ± 0.80	91.40 ± 1.11	90.68 ± 1.33
50	100.00 ± 0.00	95.97 ± 4.03	95.20 ± 3.09	92.43 ± 1.26	88.66 ± 2.14	84.64 ± 3.29	85.04 ± 2.74
100	89.29 ± 10.71	91.53 ± 1.38	85.03 ± 1.03	75.31 ± 2.40	71.72 ± 4.54	62.17 ± 5.20	58.35 ± 7.27
300	51.84 ± 3.77	31.04 ± 5.24	25.80 ± 4.37	26.72 ± 4.26	19.50 ± 3.97	14.54 ± 6.62	13.66 ± 6.28

2.3 鸡粪沼液对葡萄炭疽病的抑制效果

由表 3 可知,鸡粪沼液对葡萄炭疽病病菌抑菌作用差异明显,且与其浓度密切相关。其中,5、10 倍液鸡粪沼液处理

抑菌作用最为明显,试验结束时对葡萄炭疽病病原菌生长的抑制率分别为 100.00%、78.15%,其他 4 个处理对葡萄炭疽病病菌抑菌率均在 29.00% 以下,抑菌效果不显著。

表 3 鸡粪沼液对葡萄炭疽病病原菌生长的抑制作用

稀释倍数	抑菌率(%)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
10	100.00 ± 0.00	96.02 ± 3.98	94.17 ± 2.92	89.46 ± 3.13	87.82 ± 2.64	85.95 ± 1.19	78.15 ± 1.08
25	74.07 ± 25.93	69.44 ± 13.40	37.55 ± 10.36	36.42 ± 4.97	34.24 ± 9.48	31.59 ± 4.01	28.79 ± 4.84
50	57.26 ± 21.42	56.75 ± 9.05	26.12 ± 3.33	21.53 ± 7.97	23.73 ± 3.38	20.29 ± 1.20	17.56 ± 1.97
100	43.52 ± 28.52	42.39 ± 9.57	19.22 ± 5.82	13.02 ± 4.07	14.86 ± 1.17	13.21 ± 3.25	9.22 ± 2.27
300	39.81 ± 30.10	31.94 ± 1.14	11.56 ± 3.22	9.94 ± 3.05	4.68 ± 1.98	4.94 ± 2.09	4.98 ± 3.18

2.4 鸡粪沼液对苹果轮纹病的抑制效果

由表 4 可知,鸡粪沼液对苹果轮纹病病菌抑菌作用随着沼液浓度的降低而逐渐减弱。其中,5、10 倍液鸡粪沼液处理抑菌作用最为明显,试验停止时对苹果轮纹病病原菌生长的抑制率分别为 100.00%、86.78%,其他 4 个处理对苹果轮纹病病菌抑菌率均在 26.00% 以下,抑制作用不明显或无抑制

作用。

2.5 鸡粪沼液对苹果斑点落叶病的抑制效果

由表 5 可知,不同浓度的鸡粪沼液对苹果斑点落叶病病原菌生长表现出不同程度的抑制作用。其中,5 倍鸡粪沼液稀释液处理抑菌作用最为明显,抑菌率均为 100.00%;处理 7 d 后,10、25、50 倍液鸡粪沼液稀释液 3 个处理抑菌率均在

表 4 鸡粪沼液对苹果轮纹病病原菌生长的抑制作用

稀释倍数	抑菌率(%)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
5	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00
10	100.00±0.00	100.00±0.00	97.29±1.36	96.20±0.66	92.54±1.53	88.49±1.87	86.78±3.02
25	77.17±11.48	74.45±8.40	44.82±8.13	40.65±5.62	39.94±6.86	34.99±5.12	25.48±5.64
50	77.87±12.39	70.98±8.28	24.47±6.87	23.82±5.09	18.42±6.29	16.33±4.10	15.09±2.81
100	63.04±6.90	64.97±4.04	22.49±5.63	17.06±5.68	12.10±6.53	6.61±5.89	6.42±2.56
300	32.55±3.17	16.06±4.08	7.40±1.69	3.83±1.80	-3.79±1.26	-4.85±1.82	-9.14±2.07

表 5 鸡粪沼液对苹果斑点落叶病病原菌生长的抑制作用

稀释倍数	抑菌率(%)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
5	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00
10	80.77±19.23	77.00±10.65	67.30±3.47	63.02±5.78	60.80±5.25	53.73±2.48	45.02±2.90
25	74.54±12.83	58.91±8.84	29.63±8.36	24.03±5.05	17.95±7.69	13.11±5.19	11.86±5.74
50	55.01±10.08	37.57±11.50	21.65±10.02	12.35±6.70	7.97±4.68	6.14±2.92	4.21±2.42
100	44.52±13.23	20.85±8.84	11.38±4.76	9.42±4.80	5.47±1.80	2.60±8.78	-5.95±2.48
300	23.43±3.14	16.63±7.72	3.44±1.70	3.72±1.45	-5.27±10.13	-7.25±3.82	-10.48±4.71

46% 以下,抑制效果不明显;100、300 倍液鸡粪沼液稀释液 2 个处理对苹果斑点落叶病病原菌抑菌率为负值,说明这 2 个处理对苹果斑点落叶病没有抑制作用。

2.6 鸡粪沼液对 5 种果树病原菌的灭杀作用

病原菌不同,鸡粪沼液对其灭杀作用存在差异。由表 6 可知,鸡粪沼液稀释 5 倍后对葡萄灰霉病病菌、苹果轮纹病病菌、苹果斑点落叶病病菌的生长都表现出极强的灭杀作用,

7 d 试验中,灭菌率均为 100.00%,但对葡萄炭疽病病菌、葡萄白腐病病菌灭杀作用稍差。处理 1、2 d 后,其对葡萄炭疽病病菌灭杀率均为 100.00%,对葡萄白腐病病菌灭杀率分别为 63.70%、44.09%,随着处理时间的延长,其灭菌效果逐渐减弱。至 7 d 时,鸡粪沼液 5 倍稀释液对葡萄炭疽病病菌和葡萄白腐病病菌灭菌率分别为 45.29%、30.35%。

表 6 鸡粪沼液对 5 种果树病原菌生长的灭杀作用

处理	杀菌率(%)						
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
葡萄灰霉病菌	100.00±0.00a	100.0±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
葡萄炭疽病病菌	100.00±0.00a	100.00±0.00a	64.63±17.70b	59.64±20.30b	52.59±23.81b	50.22±24.99b	45.29±27.51b
葡萄白腐病病菌	63.70±18.61b	44.09±16.11b	35.48±2.98c	38.32±3.72b	36.96±2.25b	31.93±1.75b	30.35±7.30b
苹果轮纹病病菌	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a
苹果斑点落叶病病菌	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a

注:表中数据为平均数±标准误;同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

3 讨论

沼液对许多植物病原真菌具有明显的生长抑制作用<sup>[8,10-12]</sup>,但相关研究主要集中在以猪粪、牛粪为发酵原料的沼液上。由于沼液的成分受发酵原料、沼气工程等工艺等因素的影响,不同沼液的理化及生物学性状有很大差异,因此沼液对植物病害的防治效果并不完全一致<sup>[13]</sup>。

本研究以 5 种常见果树病原菌为防治对象,分析以鸡粪为发酵原料的沼液对这 5 种病原菌生长的抑制效果和灭杀作用。试验结果表明,鸡粪沼液对这 5 种病原菌的抑制效果与其浓度有关。鸡粪沼液稀释 5 倍后,均能完全抑制各种病原菌的生长。随着沼液浓度的降低,其抑菌作用逐渐减弱。在同一浓度下,鸡粪沼液对葡萄灰霉病和葡萄白腐病具有明显的抑制作用,但对葡萄炭疽病、苹果轮纹病和苹果斑点落叶病的抑制效果较弱,说明同一沼液对不同病原菌的抑制作用存在差异,这与马艳等的研究结论<sup>[14-15]</sup>一致。随着处理时间的延长,鸡粪沼液对 5 种果树病原菌的抑菌作用逐渐减弱,这与

尚斌等研究结果<sup>[13]</sup>矛盾,这可能与沼液发酵原料和病原菌种类不同有关。国内关于沼液在植物病害防治上的应用已有诸多报道,但主要集中在沼液对植物病原菌生长的抑制作用,并未对其杀菌作用进行深入研究。鸡粪沼液对 5 种果树病原菌杀菌试验结果表明,鸡粪沼液对葡萄灰霉病病菌、苹果轮纹病病菌、苹果斑点落叶病病菌的生长均表现出极强的灭杀作用,灭菌率均为 100%,但对葡萄炭疽病病菌、葡萄白腐病病菌灭杀作用稍差,这说明鸡粪沼液对不同病原菌的灭菌效果有所不同。

葡萄灰霉病、葡萄白腐病、葡萄炭疽病、苹果轮纹病、苹果斑点落叶病是葡萄、苹果等果树生产中的重要病害<sup>[16-19]</sup>,对产量和品质影响极大<sup>[20-22]</sup>。目前对上述病害的防治仍以化学防治为主,但由于用药不科学,多年持续使用单一药剂,造成病原菌对一些杀菌剂已产生了不同程度的抗药性<sup>[23-26]</sup>。因此,亟须应用无公害技术防治上述病害。沼液因无污染、无残留、无抗药性而被人们称为“生物农药”,其用于植物病虫害防治的研究已成为近年来的研究热点。已有研究结果表

明,用沼液替代化肥和农药,可减少 20% 以上的化肥和农药施用量,并显著降低某些病害的发生率<sup>[9]</sup>。本试验所用鸡粪沼液已经商业化生产,具有生产全流程自控、产品全生态性、沼液养分稳定等工艺优势,克服了传统沼液对病害防治效果不稳定、重复性差的缺点。鸡粪沼液稀释 50 倍后对葡萄灰霉病、葡萄白腐病的抑制效果仍在 80% 以上,作为生物制剂其抑菌效果与部分化学农药相当,下一步将在田间验证其对果树病害的防治效果,并探索鸡粪沼液与化学农药混和使用在果树病害防治方面的可行性。

目前关于沼液抑菌防病效果的研究仍处于探索阶段,本试验在室内研究鸡粪沼液对 5 种果树病原菌菌丝生长的抑制作用和灭杀效果,下一步将深入研究其对病原菌产孢和分生孢子萌发的影响。鸡粪沼液对病原菌的抑制作用与其浓度密切相关,今后将进一步分析沼液中主要抑菌、灭菌成分,更好地了解鸡粪沼液抗病作用机制。

鸡粪沼液对病原菌生长的抑制作用具有选择性,且与其浓度呈正相关。鸡粪沼液对葡萄灰霉病和葡萄白腐病具有强烈的抑制作用,但对葡萄炭疽病、苹果轮纹病和苹果斑点落叶病的抑制作用不明显;随着鸡粪沼液浓度的降低,其对病原菌的抑制作用逐渐减弱。鸡粪沼液对不同病原菌的灭杀效果存在差异,鸡粪沼液稀释 5 倍后能够完全灭杀葡萄灰霉病菌、苹果轮纹病菌、苹果斑点落叶病菌,但对葡萄炭疽病菌、葡萄白腐病菌灭杀作用稍差。在田间对葡萄灰霉病、葡萄白腐病的防治推荐使用鸡粪沼液 50 倍液,对其他 3 种病害的防治建议使用鸡粪沼液 10 倍液。鸡粪沼液对同一种病原菌的抑制作用和灭杀活性是不同的。鸡粪沼液能够完全抑制葡萄炭疽病菌、葡萄白腐病菌的生长,但并不能将这 2 种病原菌全部杀死。研究结果可为鸡粪沼液用于果树病害环境友好型杀菌剂的进一步研究开发提供科学参考。

## 参考文献:

- [1] 陈超,阮志勇,吴进,等. 规模化沼气工程沼液综合处理与利用的研究进展[J]. 中国沼气,2013,31(1):25-28,43.
- [2] Gutierrez E C, Xia A, Murphy J D. Can slurry biogas systems be cost effective without subsidy in Mexico? [J]. Renewable Energy, 2016, 95:22-30.
- [3] Kang Q, Li R, Du Q, et al. Studies on the ecological adaptability of growing rice with floating bed on the dilute biogas slurry[J]. BioMed Research International, 2016(1):1-9.
- [4] 张昌爱,刘英,曹曼,等. 沼液的定价方法及其应用效果[J]. 生态学报,2011,31(6):1735-1741.
- [5] 田福发,余翔,周玲玲,等. 冲施不同浓度沼液肥对温室黄瓜产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):122-123.
- [6] 李丙智,王桂芳,秦晓飞,等. 沼液配施钾肥对果园土壤理化特性和微生物及果实品质影响[J]. 中国农业科学,2010,43(22):4671-4677.
- [7] 曹云,常志州,马艳,等. 沼液施用对辣椒疫病的防治效果及对土壤生物学特性的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(3):507-516.
- [8] 李文涛,范金霞,李文哲,等. 牛粪发酵沼液对立枯丝核菌的抑制作用[J]. 农业工程学报,2013,29(3):207-212.
- [9] 刘文科,杨其长,王顺清. 沼液在蔬菜上的应用及其土壤质量效应[J]. 中国沼气,2009,27(1):43-46,48.
- [10] 陶秀萍,董红敏,尚斌,等. 新鲜猪沼液和牛沼液对农作物病原真菌抑制作用的比较研究[J]. 农业环境科学学报,2011,30(7):1443-1449.
- [11] 赵恭文,徐延熙,朱长华,等. 牛粪沼液对 6 种植物病原真菌的抑制作用[J]. 中国沼气,2012,30(5):35-37.
- [12] 李海,马艳,常志州,等. 沼液对草莓土传病害的盆栽防效与沼液中拮抗细菌筛选[J]. 江苏农业科学,2011,39(2):195-198.
- [13] 尚斌,陈永杏,陶秀萍,等. 猪场沼液对蔬菜病原菌的抑制作用[J]. 生态学报,2011,31(9):2509-2515.
- [14] 马艳,李海,常志州,等. 沼液对植物病害的防治效果及机理研究 I:对植物病原真菌的抑制效果及抑菌机理初探[J]. 农业环境科学学报,2011,30(2):366-374.
- [15] 尚斌,陶秀萍,陈永杏,等. 牛场沼液对几种蔬菜病原菌抑制作用的研究[J]. 农业环境科学学报,2011,30(4):753-760.
- [16] 张岳,杨俊颖,王旭东,等. 2 株浅白隐球酵母对葡萄灰霉病和柑橘青霉病采后防治效果的研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(2):96-100.
- [17] 刘吉祥,吉沐祥,芮东明,等. 吡唑醚菌酯与戊唑醇及其复配剂对葡萄炭疽病菌的毒力测定及田间防效[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):87-91.
- [18] 杨勇,王建华,吉沐祥,等. 植物源农药丁香酚与苦参碱及其混配对葡萄灰霉病的毒力测定及田间防效[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):160-163.
- [19] 李小静,张瑞萍,阎振立,等. 苹果枝干轮纹病抗性的相关性及其遗传规律研究[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):171-174.
- [20] 纪兆林,凌箴,张清霞,等. 地衣芽孢杆菌对苹果轮纹病菌和炭疽病菌的抑制及其对贮藏期苹果轮纹病的防治作用[J]. 果树学报,2008,25(2):209-214.
- [21] 张玮,乔广行,黄金宝,等. 中国葡萄灰霉病菌对啞霉胺的抗性检测[J]. 中国农业科学,2013,46(6):1208-1212.
- [22] 于晓丽,亓超,王培松,等. 果树真菌病害拮抗细菌的筛选,鉴定及拮抗机制初探[J]. 果树学报,2016,33(6):734-743.
- [23] Leroux P, Fritz R, Debieu D, et al. Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea* [J]. Pest Management Science, 2002,58(9):876-888.
- [24] 严红,燕继晔,王忠跃,等. 葡萄灰霉病菌对 3 种杀菌剂的多重抗性检测[J]. 果树学报,2012,29(4):625-629.
- [25] 叶佳,张传清. 葡萄炭疽病菌对甲基硫菌灵、戊唑醇和醚菌酯的敏感性检测[J]. 农药学报,2012,14(1):111-114.
- [26] 刘保友,王英姿,张伟,等. 苹果斑点落叶病菌对多抗毒素的抗性及其地理分布[J]. 中国果树,2013(4):49-51.