



侯汝妮,匡秉慧,张玲梅,等.未腐熟平菇菌糠对辣椒植株内可培养内生菌的影响[J].黑龙江农业科学,2021(12):68-73.

未腐熟平菇菌糠对辣椒植株内可培养内生菌的影响

侯汝妮¹,匡秉慧¹,张玲梅¹,曹琼玲¹,李玉中^{1,2}

(1.衡阳师范学院 生命科学与环境学院,湖南 衡阳 421008; 2.南岳山区生物资源保护与利用湖南省重点实验室,湖南 衡阳 421008)

摘要:为探究土壤中施用未腐熟平菇菌糠对栽培辣椒植株内生菌种类和数量的影响,用穴施不同量出菇两茬平菇菌糠处理土壤,以不加菌糠为对照,辣椒移植 75 d 时,采用常规组织分离法对辣椒植株茎和叶内的内生菌进行分离,200 d 时,分离根内的内生菌,根据菌落形态初步区别种类,计数不同处理中各微生物的数量及种类。结果表明:不同处理分离出各内生菌的数量或种类均有所不同,对照中分离出内生菌 10 种;167 g·穴⁻¹处理分离的内生菌的种类最多,共 11 种,而其他处理均为 9 种。但从数量上来看,83 g·穴⁻¹处理分离内生菌菌落数量最多,共 285 个,而 125 g·穴⁻¹处理分离的内生菌菌落数量最少,共 105 个。

关键词:辣椒;未腐熟平菇菌糠;可培养微生物;内生细菌;内生真菌

辣椒(*Capsicum annuum* L.)为茄科辣椒属植物,亦称番椒、辣子、辣虎等^[1]。大部分国家都有种植,是一种食用量较大的蔬菜^[2]。辣椒除了可作蔬菜食用外,还有一定的药用价值,具有止痛和抗炎作用^[3]。随着辣椒产品的不断开发,辣椒的种植面积也在逐年增加。但近年来,辣椒根结线虫病已在我国多个省份相继报道^[4-6],且发病趋势不断增强,给辣椒生产带来了严重的损失。

以往多用化学农药防治植物根结线虫病,但因化学农药毒性高、环境不友好等缺点,很多化学农药已被国家禁用。而生物防治因其无残毒、对环境没有污染逐渐受到关注。平菇菌糠(亦称平菇下脚料)是平菇出菇后的废料,含有丰富的氨基酸、蛋白质及其他矿物质^[7],具有改良土壤、提高植物产品品质、增产增收的效果,是一种良好的有机肥。同时,平菇菌糠也是植物线虫病的一种潜在的生防资源,其对甜菜孢囊线虫病^[8]、大豆上的根结线虫病^[9]和番茄上的根结线虫病^[10]均有较好的防效;有根结线虫侵染的情况下,盆栽结果显

示,相同用量时,出菇前菌丝活性好的菌料对植物线虫的防效要好于出菇后菌丝活性差的菌料,同时出菇前的处理植株生长要好于出菇后的处理,番茄的生长随着用量的增加而变好^[10]。因此,也可尝试将未腐熟平菇菌糠用于辣椒上根结线虫病的防治。

辣椒内生菌对辣椒的生长有重要的影响,有的种类对辣椒有促生作用^[11],有的种类对辣椒病害有拮抗作用^[11-13],也有的种类兼有两种作用^[14-15]。且有报道,部分辣椒内生菌对南方根结线虫病有防效^[16-17]。由此可见,辣椒内生菌在辣椒生长中起着重要的作用。如果在将未腐熟平菇菌糠施入土壤防治辣椒根结线虫病时,对辣椒的内生菌会不会有影响,如果有影响,其对辣椒有益和有害内生菌的作用是抑制还是促进,这都是一个值得探讨的问题。其研究结果,可为评价用未腐熟平菇菌糠防治辣椒根结线虫病的环境友好性提供科学参考。另外,考虑到湖南省平菇栽培和辣椒栽培时间上的衔接问题,本文选用不同量的出菇两茬平菇菌糠处理土壤,种植辣秀 15_{F1},在辣椒移栽 75 和 200 d 时,选不同处理中的辣椒植株分离其内生菌,利用形态区分种类,计数不同处理中不同种类的数量,分析其对辣椒内生菌在数量和种类上有没有影响,为进一步研究平菇菌糠的施用对辣椒有益和有害内生菌的具体影响提供科学依据。同时,为用未腐熟平菇菌糠防治辣椒线虫病害的环境友好性评价提供参考。

收稿日期:2021-08-14

基金项目:地方高校国家级大学生创新创业训练计划项目(教高司函[2020]13号;S202010546005);湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目(湘教通[2020]191号;3224);衡阳师范学院大学生研究性学习和创新性实验计划项目(cxxy2005)。

第一作者:侯汝妮(2001—),女,本科生,从事植物内生菌的相关研究。E-mail:2320420682@qq.com。

通信作者:李玉中(1978—),男,博士,副教授,从事微生物及植物病害生物防治等方面的研究。E-mail:yzl_2002@163.com。

1 材料与方法

1.1 材料

平菇菌糠:衡阳市蔬菜种子研究基地出菇二茬的黑优 6 的菌糠。

辣椒种子:安徽福斯特种苗有限公司生产的辣秀 15_{F1}。

培养基:PDA 培养基(马铃薯葡萄糖培养基);牛肉膏蛋白胨培养基。

植物表面消毒试剂:次氯酸钠溶液(Cl⁻ 5%);无菌水;75%乙醇溶液。

抗生素:碧云天生产的青霉素—链霉素溶液(Penicillin-Streptomycin Solution,100X)。

染色剂:草酸铵结晶紫染色液;路哥氏碘液;0.5%沙黄染色液;95%乙醇溶液。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2020 年 3—11 月在湖南省衡阳市衡阳师范学院西校区的试验地进行。将试验用地的土壤尽量混匀整平,分成 5 个小块并起垄,每个小块设置 6 穴,行间距 0.5 m,株间距 0.4 m。

3 月 1 日进行辣椒育苗,将种子放入(50±0.5)℃水浴锅中,恒温浸种 20 min 后加入冷水降到 25℃左右。用 10%磷酸三钠溶液浸泡 20 min 后,取出,用无菌水冲洗 3 次后,在灭菌水中室温下浸泡 12 h,将种子取出放于培养皿中含有无菌水的滤纸上,并在 28℃恒温箱中催芽,至有一半以上的种子芽长达种子长度的两倍时,将其散播至育苗盆中浇透水的无菌土上,其上覆土 1 cm 左右。定期浇水,待苗长到 10 cm 左右(在 4~5 叶期)时移栽到室外。

4 月 15 日,参考李玉中等^[18]的平菇菌料用量,每小块穴施平菇菌糠分别为 0,55.6,83.0,125.0 和 167.0 g 共 5 个处理,将菌糠充分捏碎与周围 5 cm 左右土壤混匀。5 月 3 日,移栽灭菌土壤培养的辣椒苗,并在移栽的当天每穴施加 10 g 的复合肥底肥,每穴种植 2 株,定时浇水,并进行正常农事管理。移栽 75 d 时,取代表性植株进行植株茎和叶内生菌的分离;移栽 200 d 时,对植株根内生菌进行分离。

1.2.2 测定项目及方法 内生细菌的分离:从每个处理中各取健康且具代表性的辣椒 5 株,用清水洗净植株表面的泥沙,将清洗干净的辣椒植株用滤纸吸去水分,随机选取部分组织,剪成 2 cm

长的根段、茎段(叶片剪成小块,面积约 4 cm²),每个处理分别称取 3 g 茎、叶或根材料,在无菌条件下,先用 75%乙醇浸泡 5 min,无菌水冲洗 3~4 次,再用 5%次氯酸钠溶液浸泡 3 min,无菌水冲洗 3~4 次;晾干后分别放入已灭菌的不同研钵中,研磨成浆,各加入 3 mL 无菌水,得原液。将原液用无菌水 10 倍稀释至 1×10⁻²。用移液枪取 1×10⁻²稀释液 0.1 mL 涂布于牛肉膏蛋白胨琼脂平板(培养皿直径 90 mm)上,每个处理 3 个皿,用封口膜封口,37℃恒温倒置培养 2 d,观察菌落的形态,初步区分细菌种类,并用革兰氏染色液染色,确定其种类间的不同。按照“CaEB+阿拉伯数字”给不同种类的菌株编号,并根据菌落形态对不同处理中分离的细菌进行计数,并统计各处理中每种细菌菌落数和各处理中细菌种类及菌落总数^[19]。

内生真菌的分离:从上述洗净的各植株中,随机选取部分组织,分别将根、茎、叶组织剪成长 4 mm 左右的小段(片),用镊子夹取分别置于含 100 μg·mL⁻¹青霉素和链霉素的 PDA 平板上,每皿 5 段(片),呈五点取样式分布,每处理 3 次重复。25℃培养 5 d,根据菌落的形态区分真菌的种类,按照“CaEF+阿拉伯数字”对不同真菌进行编号,根据菌株的菌落形态对不同处理中分离的真菌进行计数,并统计各处理中每种真菌的菌落数和各处理中真菌种类及菌落总数^[19]。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2019 进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 内生细菌的形态

从辣椒植株的根、茎、叶共分离出 6 种内生细菌,除 CaEB5 外,其余菌落均为圆形、不透明、有颜色、湿润、菌落表面光滑、菌落边缘整齐(表 1)。

表 1 辣椒植株中分离的内生细菌菌落形态

菌株	透明度	干湿度	菌落边缘	颜色	光滑程度	外观形态
CaEB1	不透明	湿润	整齐	白色	光滑	圆形
CaEB2	不透明	湿润	整齐	红褐色	光滑	圆形
CaEB3	不透明	湿润	整齐	米白色	光滑	圆形
CaEB4	不透明	湿润	整齐	黄色	光滑	圆形
CaEB5	不透明	干燥	不整齐	白色	不光滑	不规则
CaEB6	不透明	湿润	整齐	粉红色	光滑	圆形

其中,菌株 CaEB1、CaEB2、CaEB5 的数目较多,经革兰氏染色和显微形态观察发现,菌株 CaEB1 为革兰氏阳性菌、菌体短棒形;菌株 CaEB2 为革兰氏阴性球菌;菌株 CaEB5 为革兰氏阳性杆菌。

2.2 不同处理中内生细菌菌落种类和数量

2.2.1 茎部内生细菌 由表 2 可知,从移栽 75 d 各处理中的辣椒茎内分离的内生细菌的种类来看,各处理中都分离到了菌株 CaEB1、CaEB2、CaEB3 和 CaEB4,但对照还分离到了菌株 CaEB6;55.6 g·穴⁻¹ 处理还分离到菌株 CaEB5。从茎内分离到的内生细菌的数量来看,对照中只分离出菌株 CaEB2 的 2 个菌落,而 55.6 和 83.0 g·穴⁻¹ 处理分别分离出了菌株 CaEB2 的 5 和 9 个菌落,但 125.0 g·穴⁻¹ 处理分离的菌落数量少于对照;对照中分离出菌株 CaEB3 的 16 个菌落,而 55.6 和 83.0 g·穴⁻¹ 处理分别分离出了 32 和 38 个菌落。对照组分离出菌株 CaEB4 的 60 个菌落,55.6、83.0、125.0 和 167.0 g·穴⁻¹ 处理组中分别分离到 37、48、8 和 11 个该菌落。

2.2.2 叶部内生细菌 各处理的叶内都分离到了菌株 CaEB1、CaEB2 和 CaEB3,但对照组还分

离到菌株 CaEB4 和 CaEB6。从数量上来看,以菌株 CaEB3 为例,55.6 和 83.0 g·穴⁻¹ 处理组菌落数目明显多于对照,55.6 g·穴⁻¹ 处理中菌落数量最多,为 27 个,而 125.0 g·穴⁻¹ 处理仅分离出 3 个菌落。

2.2.3 根部内生细菌 从移栽 200 d 辣椒植株根内的内生细菌分离种类来看,比较单一,只分离到 3 种细菌,分别是菌株 CaEB1、CaEB3 和 CaEB4。其中所有处理和对照中都分离到菌株 CaEB1 和 CaEB3,对照、125.0 和 167.0 g·穴⁻¹ 处理还分离到菌株 CaEB4(表 2)。从数量上看,菌株 CaEB1 数量随着未腐熟菌糠施用量的增加而先增加后减少,而菌株 CaEB3 数量随着菌糠用量的增加呈先减少后增加的趋势,但所有加菌糠的处理都低于对照。

综上可知,未腐熟平菇菌糠的施用对辣椒移栽 75 d 的茎、叶和移栽 200 d 根中内生细菌的种类和数量均有影响,施用菌糠会减少辣椒植株叶内内生细菌的种类,不同用量的菌糠对不同菌株数量的影响也不同,对部分内生菌有促进作用,而对另外一些有抑制作用。

表 2 不同平菇菌糠处理的辣椒分离的内生细菌菌落的数量及种类

组织	处理/ (g·穴 ⁻¹)	不同种类细菌的菌落数						菌落种类
		CaEB1	CaEB2	CaEB3	CaEB4	CaEB5	CaEB6	
茎	0	+	2	16	60		5	5
	55.6	10	5	32	37	5		5
	83.0	27	9	38	48			4
	125.0	5	1	7	8			4
	167.0	+	3	41	11			4
叶	0	+	+	8	5		2	5
	55.6	10	50	27				3
	83.0	29	20	18				3
	125.0	+	+	3				3
	167.0	10	+	6				3
根	0	+		19	10			3
	55.6	68		7				2
	83.0	78		5				2
	125.0	52		10	7			3
	167.0	35		12	24			3

注:“+”表示该菌种出现过,但由于长成片状,导致无法计数。茎和叶组织为移栽 75 d 的样本;根组织为 200 d 的样本。下同。

2.3 内生真菌菌落形态

从辣椒植株的根、茎、叶中共分离出 8 种内生真菌。各菌落颜色和形状多样。表面形态有

圆形、放射状、无规则和扩散状,生长状况有局限生长和蔓延生长,大多菌丝与培养基结合疏松,具体形态特征详见表 3。

表 3 辣椒植株中分离的内生真菌菌落形态

菌种	颜色	组织形状	表面形态	生长状况	菌丝疏松程度
CaEF1	白色	绒毛状	圆形	局限生长	紧密,不易挑起
CaEF2	青灰色	地衣状	无规则	蔓延生长	紧密,不易挑起
CaEF3	褐色颗粒	颗粒状	扩散状	蔓延生长	疏松,易挑起
CaEF4	黑色	地毯状	放射状	蔓延生长	紧密,不易挑起
CaEF5	褐色带颗粒	地毯状	放射状	蔓延生长	疏松,易挑起
CaEF6	白色	棉絮状	圆形	局限生长	疏松,易挑起
CaEF7	灰色带颗粒	地毯状	放射状	蔓延生长	疏松,易挑起
CaEF8	粉红色	粉红色	小圆形	蔓延生长	疏松,易挑起

2.4 不同处理中内生真菌菌落种类和数量

2.4.1 茎部内生真菌 移栽 75 d 辣椒茎内分离的试验数据显示,各处理中茎内均分离到内生真菌 CaEF2,另外,除了 167.0 g·穴⁻¹处理组中无菌株 CaEF1,其他处理都有分离到了菌株 CaEF1。从数量上看,菌株 CaEF2 明显受到平菇菌糠用量的影响,对照组分离出 3 个菌落,55.6 g·穴⁻¹处理中分离出 4 个菌落,而 125.0 g·穴⁻¹处理中仅分离出 1 个菌落(表 4)。

2.4.2 叶部内生真菌 在各处理的辣椒植株叶

中也都分离到了菌株 CaEF2。此外,167.0 g·穴⁻¹处理中分离到的菌落和种类最多,共分离出 5 种菌,较对照多了菌株 CaEF1 和菌株 CaEF4;而 83.0 g·穴⁻¹处理只分离到 2 种菌(表 4)。

2.4.3 根部内生真菌 从移栽 200 d 的辣椒根内分离的内生真菌与茎、叶分离情况相比数量较少。对照和所有处理均分离出菌株 CaEF6。但是 83.0 g·穴⁻¹处理还分离到菌株 CaEF4 和菌株 CaEF8,167.0 g·穴⁻¹处理的辣椒根中还分离到菌株CaEF7(表 4)。

表 4 不同平菇菌糠处理的辣椒分离的内生真菌菌落的数量及种类

组织	处理/ (g·穴 ⁻¹)	各种真菌的菌落数									菌落 种类
		CaEF1	CaEF2	CaEF3	CaEF4	CaEF5	CaEF6	CaEF7	CaEF8	总计	
茎	0	2	3							5	2
	55.6	1	4							5	2
	83.0	2	2							4	2
	125.0	2	1							3	2
	167.0		2							2	1
叶	0		3	1		1				5	3
	55.6	2	3	1						6	3
	83.0	2	4							6	2
	125.0	2	4	1		1				8	4
	167.0	1	4	2	2	1				10	5
根	0						1			1	1
	55.6						1			1	1
	83.0				1		1		1	3	3
	125.0						1			1	1
	167.0						1	1		2	2

由此可见,平菇菌糠的用量对移栽75 d辣椒茎、叶和移栽200 d辣椒根部内生真菌种类和数量都有一定的影响。多数情况下,菌糠的施加有助于辣椒叶和根部内生真菌种类的增加。辣椒根部分离到的内生真菌的种类和茎、叶组织中的种类很少有相同的,可能是因为所用组织材料为辣椒不同生长期所致,也可能是植物组织间内生真菌存在种类差异所致。

2.5 不同处理对辣椒植株内可培养内生菌种类和数量的影响

2.5.1 内生菌种类

综合辣椒不同组织内生菌的分离结果可知,对照土壤栽培的辣椒中分离内生细菌和内生真菌各5种,共计10种;167.0 g·穴⁻¹平菇菌糠处理中分离内生细菌4种,内生真菌7种,共计11种;而其他3个处理中分离的内生菌都是9种,但55.6 g·穴⁻¹处理分离内生细菌为5种,真菌4种;而其他2个处理与其相反(图1)。从数值上看对种类影响不大,但不同处理之间分离的种类还是有所不同。

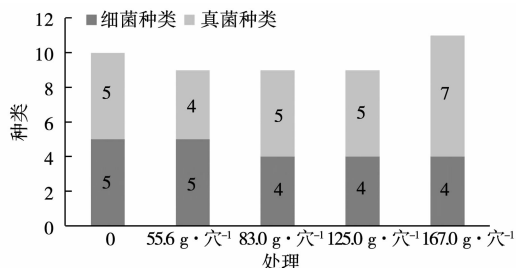


图1 不同处理中辣椒内生菌的种类

2.5.2 内生菌数量

从分离数量来看,对照土壤栽培的辣椒中分离细菌菌落127个,真菌11个,共计138个;83.0 g·穴⁻¹未腐熟平菇菌糠处理分离内生菌数量最多,其中分离细菌272个,真菌13个,共计285个;其次为55.6 g·穴⁻¹的处理,共分离233个菌落;125.0 g·穴⁻¹处理分离的菌落数最少,总菌落数为105个(图2)。说明未腐熟平菇菌糠的适量施用能促进辣椒植株内生细菌的数目增加,对内生真菌总数量影响不明显。

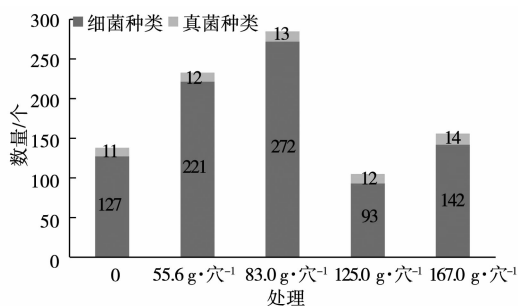


图2 不同处理中辣椒内生菌的分离数量

3 讨论与结论

将未腐熟平菇菌糠施入土壤,种植辣椒,分离植株中的内生菌,结果表明不同处理中的根、茎、叶中的内生菌种类和数量都会受到影响。通过分离培养,并根据形态区分,共分离到内生细菌6种,真菌8种。对照中分离出内生菌共10种;不同处理组中,分离出来的内生菌种类最多的是167.0 g·穴⁻¹处理,有11种内生菌,其他处理均是9种。从数量上看,83.0 g·穴⁻¹未腐熟平菇菌糠处理分离内生菌数量最多,其中分离细菌272个,真菌13个,共计285个;125.0 g·穴⁻¹处理分离的菌落数最少,总菌落数为105个。本研究说明未腐熟平菇菌糠施用对辣椒内生菌种类和数量都有一定的影响,为下一步研究平菇菌糠的施用对辣椒内有益内生菌和有害内生菌的具体影响奠定了理论基础。同时,本研究也为进一步探究平菇菌糠施用影响辣椒生长机理的研究提供了一个方向。

张立新等^[20]的研究表明,不同地域生长的植株分离出来的内生菌种类和数量有区别,说明用不同的土壤,会影响植物内生菌的种类和数目。本研究施加不同用量未腐熟平菇菌糠导致土壤成分不同,试验结果也表明不同处理分离出的内生菌的种类和数量不同。由此可知,改变土壤成分可改变植物的内生菌种类和数量。

雷平等^[11]的研究发现辣椒内生细菌可以促进辣椒的生长;蔡长平等^[14]和牟玉梅等^[15]均从辣椒中分离出了具有抗病作用的内生菌;而杨亚茹等^[16-17]的研究表明辣椒内生菌荧光假单胞菌DLJ1和蜡状芽胞杆菌SZ5对南方根结线虫病有较好的防效。由此可知,辣椒内生菌中有些种类对辣椒的生长具有重要的促进作用。本研究已经明确了未腐熟平菇菌糠的用量对辣椒内生菌的种类和数量均有影响,这为下一步研究其对辣椒有益内生菌和有害内生菌的作用奠定了理论基础。根据形态区分,共分离到内生细菌6种,真菌8种,但各内生菌的具体详细信息和对辣椒生长发育的具体影响机制和未腐熟平菇菌糠对有利于辣椒生长的内生菌的具体作用如何还有待进一步深入研究。以便更好地对未腐熟平菇菌糠用于辣椒的根结线虫的防治提供可靠的环境友好性科学评估。

参考文献:

- [1] 张鸣. 漫话辣椒[J]. 中国果菜, 1999(5): 39.
- [2] 闫孟红. 具有生物防治作用的辣椒内生细菌及根面细菌的分离、筛选和初步鉴定[D]. 北京: 首都师范大学, 2004: 5-82.
- [3] 黎万寿, 陈幸. 辣椒的研究进展[J]. 中国中医药信息杂志, 2002, 9(3): 82-84.
- [4] 王剑, 宋志强, 成飞雪, 等. 湖南省辣椒上首次发现象耳豆根结线虫[J]. 植物保护, 2015, 41(4): 180-183.
- [5] 陈淑君, 肖顺, 程敏, 等. 福建省象耳豆根结线虫的鉴定及分子检测[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2017, 46(2): 141-146.
- [6] 周容, 龙海波, 孙燕芳, 等. 海南省蔬菜根结线虫发生种类与分布[J]. 植物保护, 2020, 46(6): 213-216, 245.
- [7] 许艳丽, 刘利娥, 韩萍, 等. 平菇培养基及其菌糠营养成分分析[J]. 中国饲料, 2015(3): 31-34.
- [8] PALIZI P, GOLTAPPEH E M, POURJAM E, et al. Potential of oyster mushrooms for the biocontrol of sugar beet nematode(*Heterodera schachtii*) [J]. Journal of Plant Protection Research, 2009, 49(1): 27-33.
- [9] OKORIE C C, ONONUJU C C, OKWUJI AKO I A. Management of *Meloidogyne incognita* with *Pleurotus ostreatus* and *P. tuberregium* in soybean[J]. International Journal of Agriculture & Biology, 2011, 13(3): 401.
- [10] 吴婷婷, 李玉中, 滕涛, 等. 出菇前后平菇菌料对番茄根结线虫的防效及对番茄生长的影响[J]. 山西农业科学, 2016, 44(11): 1689-1691.
- [11] 雷平, 黄军, 黄彬彬, 等. 1 株产铁载体辣椒内生细菌的分离鉴定及其促生长作用[J]. 激光生物学报, 2020, 29(4): 379-384.
- [12] 何红, 蔡学清, 洪永聪, 等. 辣椒内生细菌的分离及拮抗菌的筛选[J]. 中国生物防治, 2002(4): 171-175.
- [13] 李娟, 夏延斌, 蔡文韬. 辣椒内生菌的分离及拮抗菌的筛选与鉴定[J]. 农产品加工(学刊), 2013(2): 1-3, 17.
- [14] 蔡长平, 黄军, 曾艳, 等. 一株辣椒内生拮抗细菌的筛选及初步鉴定[J]. 湖南农业科学, 2018(7): 1-4.
- [15] 牟玉梅, 李菲, 范高领, 等. 辣椒种子中拮抗青枯病菌内生细菌的促生功能分析[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(7): 56-60.
- [16] 杨亚茹, 茆少星, 闫淑珍, 等. 两株植物内生菌促生和诱导辣椒植株对南方根结线虫抗性的比较分析[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2019, 42(4): 77-84.
- [17] 杨亚茹, 茆少星, 闫淑珍, 等. 内生菌荧光假单胞菌 DLJ1 和蜡状芽胞杆菌 SZ5 对南方根结线虫胁迫下辣椒植株抗性与产量品质的影响[J]. 植物保护, 2020, 46(6): 96-102, 116.
- [18] 李玉中, 向红琼. 平菇菌丝对根结线虫及番茄生长的影响[J]. 天津农业科学, 2011, 17(5): 127-129.
- [19] 谢金燕, 吴思, 欧慧敏, 等. 平菇下脚料对番茄植株内可培养内生菌的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2020(2): 49-52.
- [20] 张立新, 刘慧平, 韩巨才, 等. 番茄内生真菌的分离和拮抗生防菌的筛选[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2005, 9(1): 30-33.

Effect of *Pleurotus ostreatus* Scraps with Hyphal Activity on the Culturable Endophytes of *Capsicum annuum* L.

HOU Ru-ni¹, KUANG Bing-hui¹, ZHANG Ling-mei¹, CAO Qiong-ling¹, LI Yu-zhong^{1,2}

(1. College of Life Sciences and Environment, Hengyang Normal University, Hengyang 421008, China; 2. Hunan Key Laboratory for Conservation and Utilization of Biological Resources in the Nanyue Mountainous Region, Hengyang 421008, China)

Abstract: In order to study the effect of the application of oyster mushroom waste with hyphal activity on the species and quantity of endophytes in pepper, the soil was treated with different amount of two-crops waste of *Pleurotus ostreatus*, and planted chilies in the soil. When the peppers were transplanted outdoors for 75 days, the endophytes were isolated from the stems and leaves of pepper plants by routine tissue isolation method, and the endophytes of roots were isolated after transplanted for 200 days. The results showed that the number and species of endophytes were different in different treatments, 10 species of endophytes were isolated from control, and the most endophytes were isolated by 167.0 g per hole treatment, there were 11 endophytes in total, and 9 in other treatments. However, in terms of quantity, the number of endophytes colonies was the highest in 83.0 g per hole treatment (285), but the number of endophytes colonies isolated from 125.0 g per hole was the least (105).

Keywords: *Capsicum annuum* L.; *Pleurotus ostreatus* scraps with hyphal activity; culturable microorganisms; endophytic bacteria; endophytic fungi