

3种防治草莓灰霉病化学杀菌剂的筛选及复配效果研究

刘华琪, 文梦梦, 吴小新, 薛满满, 张晋睿, 许洁, 郑志天* (淮阴工学院, 江苏淮安 223003)

摘要 [目的]明确不同杀菌剂复配对草莓灰霉病的防治效果。[方法]采用菌丝生长速率抑制法测定咯菌腈、氟硅唑、啶酰菌胺3种化学杀菌剂对淮安地区草莓灰霉病菌的室内毒力。[结果]3种药剂均对草莓灰霉病菌有抑制活性,其中咯菌腈和氟硅唑的抑菌效果最为明显,所测菌株 EC_{50} 的平均值分别为0.0184和0.2645 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。将咯菌腈和氟硅唑按照不同比例进行复配,复配剂对草莓灰霉病菌的抑菌活性均表现出相加作用,配比为2:1和1:3时相加作用最明显。[结论]咯菌腈和氟硅唑按2:1或1:3的比例复配能够延缓抗药性,同时降低农药用量,该复配剂有待进一步研究。

关键词 草莓灰霉病菌;咯菌腈;氟硅唑;化学复配

中图分类号 S482.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)18-0140-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.18.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Screening of Three Chemical Fungicides against Strawberry *Botrytis cinerea* and Study on Synergistic Effect

LIU Hua-qi, WEN Meng-meng, WU Xiao-xin et al (Huaiyin Institute of Technology, Huaian, Jiangsu 223003)

Abstract [Objective] To determine the control effect of three fungicides against strawberry *Botrytis cinerea*. [Method] The indoor virulence of three chemical fungicides, namely, fludioxonil, fluosilazole and boscalid, to *Botrytis cinerea* in Huaian Area was determined by mycelium growth rate inhibition method. [Result] All the three agents had inhibitory activity against *Botrytis cinerea*, among which fludioxonil and fluosilazole had the most obvious inhibitory effect. The average value of EC_{50} of the tested strains was 0.0184 and 0.2645 $\mu\text{g}/\text{mL}$, respectively. Compounded fludioxonil and fluosilazole in different proportions, and both compounds showed additive effect on bacteriostatic activity of *Botrytis cinerea*. The additive effect was most obvious when the ratio was 2:1 and 1:3. [Conclusion] The combination of fludioxonil and fluosilazole at a ratio of 2:1 or 1:3 can delay drug resistance and reduce pesticide dosage. So this compound needs further research and development.

Key words *Botrytis cinerea*; Fludioxonil; Fluosilazole; Combination of chemical agents

由灰葡萄孢(*Botrytis cinerea* Pers)引起草莓灰霉病害是草莓生产上的主要病害。近年来,由于淮安地区草莓的广泛种植,草莓灰霉病的问题日益突出^[1-2]。灰霉病主要危害草莓果实,严重时危害果柄、花梗等,每年造成10%~30%的经济损失,严重时甚至高达89%^[3-4]。生产上对草莓灰霉病的防控方法主要包括农业防治(清除病残体、调控温湿度、通风透光)、生物防治(枯草芽孢杆菌防治)、化学防治(利用化学农药)等,其中化学防治具有见效快、节约成本等优势,一直是防治草莓灰霉病的主要方法^[5-9]。

目前防治草莓灰霉病的化学药剂主要有腐霉利、异菌脲、啶菌脲、咯菌腈、啶酰菌胺等,但长期大量使用化学药剂不仅污染土壤,破坏生态结构,还造成农药残留,而且容易使病原菌产生抗药性^[10-11]。研究表明,草莓灰霉病菌对腐霉利、异菌脲、啶菌脲、咯菌腈等药剂已经产生抗药性,因此选择抑菌效果好,能够延缓药剂使用寿命的复配技术对防治草莓灰霉病显得至关重要^[12-15]。该研究选用咯菌腈、氟硅唑、啶酰菌胺3种杀菌剂,进行了室内试验以及复配作用研究,啶酰菌胺是德国巴斯夫公司开发的琥珀酸脱氢酶抑制剂,其作用机制是与病原菌线粒体呼吸链电子传递体系中复合体II结合,进而阻碍呼吸能量代谢,抑制ATP的合成,使菌体死亡。且对主要经济作物的多种灰霉病、菌核病、白粉病具有良好的保护和治疗作用^[16-17]。咯菌腈(fludioxonil)是一种新型的非内吸性苯基吡咯类杀菌剂,咯菌腈的抑菌机制是通过

抑制与葡萄糖磷酸化有关的转移酶,使灰霉病菌孢子萌芽、芽管伸长及菌丝体生长受到抑制^[18-19]。氟硅唑是三唑类杀菌剂,主要对子囊菌纲、担子菌纲和半知菌类真菌有效,目前广泛用于果树、蔬菜的黑星病、白粉病、黑斑病、炭疽病、根腐病等^[20],作用原理是破坏和阻止麦角甾醇的生物合成,导致细胞膜不能形成,从而使病菌死亡。目前发现氟硅唑对草莓灰霉病也具有较好的防治效果^[21]。

研究表明,啶酰菌胺与腐霉利、咯菌腈、唑菌酯以及啶菌脲与咯菌腈的复配剂对草莓灰霉病的防治均有增效作用^[22-25]。笔者将咯菌腈和氟硅唑进行不同比例复配,测定其联合毒力,为草莓灰霉病防治减药增效,延缓抗药性提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验菌株。草莓灰霉病野生菌株(*Botrytis cinerea*) Bc1和Bc9,由笔者所在课题组从淮安地区各大草莓园发病的草莓病果上分离、纯化和培养获得。

1.1.2 试验药剂。98.51%啶酰菌胺原药(上海秦巴化工股份有限公司);97.9%咯菌腈原药(江苏杨农化工集团有限公司);97%的氟硅唑(南京农业大学杀菌剂实验室)。

甲醇,分析纯,分别溶解咯菌腈、氟硅唑和啶酰菌胺原药,均配成浓度为 $1 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{mL}$ 的母液,再用甲醇稀释成系列质量浓度的药液供试(表1)。

1.2 试验方法

1.2.1 室内毒力测定。采用菌丝生长速率法测定药剂对草莓灰霉病菌的抑制作用。首先按照表1制作不同药剂浓度的PDA平板,同时设无药平板为对照。用打孔器在预培养

基金项目 江苏省高等学校自然科学研究面上项目(18KJB210001)。

作者简介 刘华琪(1998—),男,安徽马鞍山人,硕士研究生,研究方向:杀菌剂毒力及抗药性。*通信作者,讲师,从事杀菌剂毒力及抗药性研究。

收稿日期 2021-01-31

4 d 的草莓菌 Bc1、Bc9 菌落边缘打取菌碟, 正面朝下接种到含药平板上, 每个处理重复 3 次, 置于 27 °C 培养箱黑暗培养。5 d 后, 采用十字交叉法测量菌落直径, 计算菌丝抑制率, 并采用浙大 DPS V9.01 数据处理系统进行生物测定分析, 求出单剂的毒力回归方程、抑制中浓度 EC_{50} 及相关系数 r 。试验进行 2 次。

$$\text{抑制率} = (\text{对照组菌落直径} - \text{含药组菌落直径}) / \text{对照组菌落直径} \times 100\%$$

表 1 供试杀菌剂及系列稀释浓度

Table 1 Fungicides and series dilution concentrations of the fungicides

序号 No.	杀菌剂 Fungicide	配比 Ratio	系列稀释质量浓度 Series dilution concentrations // $\mu\text{g/mL}$
1	咯菌腈	—	0.005, 0.010, 0.020, 0.040, 0.080
2	氟硅唑	—	0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80
3	啶酰菌胺	—	0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6
4	咯菌腈+氟硅唑	1:1	0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16
5	咯菌腈+氟硅唑	1:2	0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16
6	咯菌腈+氟硅唑	2:1	0.005, 0.010, 0.020, 0.040, 0.080
7	咯菌腈+氟硅唑	1:3	0.015, 0.030, 0.060, 0.120, 0.240
8	咯菌腈+氟硅唑	1:4	0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80
9	咯菌腈+氟硅唑	1:6	0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80
10	咯菌腈+氟硅唑	1:8	0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80
11	咯菌腈+氟硅唑	1:10	0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80
12	咯菌腈+氟硅唑	1:12	0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80

根据上述试验结果选出毒力较高的咯菌腈和氟硅唑, 按照比例混合法进行复配, 然后采用菌丝生长速率法对草莓灰霉病菌继续进行生物测定。先将咯菌腈和氟硅唑母液按照体积比 1:1、2:1、1:2、1:3、1:4、1:6、1:8、1:10、1:12 进行复配, 再按照表 1 制备成含药平板, 以无药平板为对照, 用菌丝生长速率法进行测定。得出各复配组合的 EC_{50} 值, 并采用 Wadley 法进行复配增效作用评价^[26]。

$$EC_{50(th)} = (a+b) / [a/EC_{(A)50} + b/EC_{(B)50}]$$

$$SR = EC_{50(th)} / EC_{50(ob)}$$

式中, A、B 分别代表 2 种药剂, a 、 b 分别代表 2 种药剂在混剂中所占比例, ob 为实际观察值, th 为理论值。当增效系数 $SR > 1.5$ 时为增效作用, $0.5 \leq SR \leq 1.5$ 为相加作用, $SR < 0.5$ 为拮抗作用。

1.2.2 离体草莓叶片试验。首先在温室中培养健康的易感灰霉病的“红颜”草莓, 选取健康的大叶片用清水洗净, 分别浸泡在浓度为 0.26 $\mu\text{g/mL}$ 的不同杀菌剂培养皿中 10 min, 4 组杀菌剂分别为咯菌腈、氟硅唑单剂、2:1 和 1:3 的咯菌腈与氟硅唑的复配剂, 对照组浸泡在无菌清水中。然后将叶片正面向上置于直径 9 cm 铺有润湿滤纸的培养皿中, 每个培养皿中放一片叶片。然后将预培养 4 d 的草莓菌 Bc1、Bc9 菌落边缘打取菌碟, 正面朝下接种到叶片正中央并在叶片中央做伤口处理。每个处理重复 5 个叶片, 用封口膜封培养皿于培养箱中 27 °C 光暗交替 (光: 暗 = 12 h: 12 h) 培养。每隔 2 d 用移液枪加 0.26 $\mu\text{g/mL}$ 浓度的药液于滤纸片上保持滤纸湿润, 对照组加无菌水湿润。7 d 后, 待清水对照充分发病后调

查各处理发病情况。

1.3 数据分析 原始数据经 Excel 软件进行初步处理, 采用 DPS V 9.01 软件的专业统计方法对室内毒力数据进行生物测定分析, 获得药剂的 EC_{50} 、回归方程以及相关系数; 用 PhotoShop 软件对发病叶片进行处理。

2 结果与分析

2.1 3 种杀菌剂对草莓灰霉病的毒力测定 由表 2 可知, 咯菌腈对草莓灰霉病菌菌丝生长抑制最强, 其 EC_{50} 的平均值为 0.018 4 $\mu\text{g/mL}$; 其次为氟硅唑, 其 EC_{50} 的平均值为 0.264 5 $\mu\text{g/mL}$; 啶酰菌胺略低于氟硅唑, 其 EC_{50} 的平均值为 0.514 7 $\mu\text{g/mL}$ 。因此, 选用咯菌腈和氟硅唑进行下一步复配研究。

表 2 3 种杀菌剂对草莓灰霉病的室内毒力

Table 2 Indoor virulence of three fungicides to strawberry gray mold

序号 No.	药剂 Fungicide	菌株 Strain	毒力回归方程 Virulence regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	EC_{50} $\mu\text{g/mL}$
1	咯菌腈	Bc1	$y = 8.1483 + 1.7135x$	0.9912	0.0145
		Bc9	$y = 8.8847 + 2.3507x$	0.9676	0.0223
2	氟硅唑	Bc1	$y = 5.8299 + 1.3319x$	0.9918	0.2382
		Bc9	$y = 5.8195 + 1.5272x$	0.9928	0.2907
3	啶酰菌胺	Bc1	$y = 5.4471 + 1.3491x$	0.9965	0.4662
		Bc9	$y = 5.2966 + 1.1894x$	0.9846	0.5632

2.2 咯菌腈、氟硅唑对草莓灰霉病菌的复配比例筛选 咯菌腈是防治草莓灰霉病的特效药剂, 近年来, 随着咯菌腈的大量使用, 田间已经出现对咯菌腈有抗性的草莓灰霉病菌株^[27]。而氟硅唑通常认为防治子囊菌效果较好, Wang 等^[21]发现, 氟硅唑对草莓灰霉病也具有较好的防治效果, 且田间没有抗药性菌株出现。因此, 该研究对咯菌腈和氟硅唑进行复配, 以期达到延缓咯菌腈抗药性的发生。由表 3 可知, 不同配比的咯菌腈和氟硅唑复配剂均对草莓灰霉病菌有抑制效果, EC_{50} 在 0.033~0.210。由于咯菌腈的毒力高于氟硅唑, 其抑制中浓度远低于氟硅唑。为了减少咯菌腈的使用量达到延缓抗药性的目的, 在复配物中提高氟硅唑所占的比例, 几乎所用的复配剂均表现为相加作用。尤其当咯菌腈与氟硅唑以 2:1 和 1:3 复配时, 增效系数最高, 相加作用最明显。

2.3 草莓离体叶片防效 对筛选出来的药剂和复配比例进行了草莓离体叶片试验, 用草莓灰霉病菌 Bc1 和 Bc9 对氟硅唑的平均 EC_{50} 值 0.26 $\mu\text{g/mL}$ 处理草莓叶片, 观察不同药剂与不同复配比例对草莓灰霉病菌的防治效果。从图 1 可以看出, 接种草莓叶片 7 d 后, 未用药剂处理的叶片变黑, 表面凹陷腐烂, 产生白色菌丝, 病斑占整个叶片 3/4 以上。而用 0.26 $\mu\text{g/mL}$ 咯菌腈处理的叶片, 仅在接种伤口部位有轻微的褐色病斑, 说明咯菌腈对草莓灰霉病的防效最好。用 0.26 $\mu\text{g/mL}$ 氟硅唑处理的叶片, 病斑大小接近叶片的 1/2, 符合中浓度抑制效果。咯菌腈与氟硅唑按 2:1 和 1:3 复配剂处理结果表明, 病斑大小占整个草莓叶片的 1/4~1/3, 也具有相当好的防治效果, 且该复配剂对延缓草莓灰霉病对咯菌腈的抗药性, 减少草莓生产上对咯菌腈的依赖具有重要意义。

表3 咯菌腈与氟硅唑复配对草莓灰霉病菌的室内毒力

Table 3 Indoor virulence of mixed fludioxonil and fluosilazole to *Botrytis cinerea*

咯菌腈与氟硅唑的复配比例 The mixed ratio of fludioxonil and fluosilazole	菌株 strain	毒力回归方程 Virulence regression equation	相关系数(<i>r</i>) Correlation coefficient	EC ₅₀ μg/mL	EC ₅₀₍₁₀₎	增效系数(SR) Synergistic coefficient	复配效果 Mixed effect
咯菌腈	Bc1	$y = 8.1483 + 1.7135x$	0.9912	0.0145	—	—	—
	Bc9	$y = 8.8847 + 2.3507x$	0.9676	0.0223	—	—	—
氟硅唑	Bc1	$y = 5.8299 + 1.3319x$	0.9918	0.2382	—	—	—
	Bc9	$y = 5.8195 + 1.5272x$	0.9928	0.2907	—	—	—
1:1	Bc1	$y = 7.3562 + 1.5709x$	0.9870	0.0316	0.0273	0.8651	相加
	Bc9	$y = 7.7254 + 2.1101x$	0.9645	0.0511	0.0414	0.8106	相加
1:2	Bc1	$y = 6.8847 + 1.4515x$	0.9694	0.0503	0.0388	0.7710	相加
	Bc9	$y = 6.8779 + 1.6307x$	0.9743	0.0705	0.0580	0.8227	相加
2:1	Bc1	$y = 7.8741 + 1.7431x$	0.9969	0.0224	0.0211	0.9423	相加
	Bc9	$y = 7.2775 + 1.6009x$	0.9704	0.0378	0.0322	0.8522	相加
1:3	Bc1	$y = 7.4577 + 1.9156x$	0.9913	0.0521	0.0490	0.9413	相加
	Bc9	$y = 7.0299 + 1.8917x$	0.9961	0.0845	0.0725	0.8581	相加
1:4	Bc1	$y = 7.3068 + 1.8966x$	0.9899	0.0608	0.0583	0.9589	相加
	Bc9	$y = 6.3356 + 1.5203x$	0.9794	0.1323	0.0853	0.6449	相加
1:6	Bc1	$y = 7.0759 + 2.0272x$	0.9895	0.0946	0.0743	0.7859	相加
	Bc9	$y = 6.3454 + 1.6680x$	0.9976	0.1561	0.1069	0.6848	相加
1:8	Bc1	$y = 6.7822 + 1.8409x$	0.9932	0.1076	0.0878	0.8156	相加
	Bc9	$y = 5.9419 + 1.3944x$	0.9944	0.2111	0.1244	0.5892	相加
1:10	Bc1	$y = 6.9958 + 2.2744x$	0.9970	0.1326	0.0991	0.7478	相加
	Bc9	$y = 6.2322 + 1.8453x$	0.9946	0.2149	0.1388	0.6459	相加
1:12	Bc1	$y = 6.7377 + 1.9702x$	0.9929	0.1312	0.1089	0.8303	相加
	Bc9	$y = 6.1362 + 1.6876x$	0.9987	0.2122	0.1509	0.7113	相加



图1 草莓灰霉病叶片病斑形态特征

Fig.1 Morphological characteristics of leaf spot of strawberry gray mold

3 结论与讨论

草莓灰霉病菌繁殖速度快,寄主范围广,对环境适应性 强,是高抗风险的病原物,已对多种农药产生抗药性^[28]。而 将杀菌剂进行混配可明显降低草莓灰霉病抗药性群体的形 成,同时还具有扩大杀菌谱、增强药效、减少农药用量、降 低成本等优点。单一使用咯菌腈对草莓灰霉病具有极好的防 治效果,其 EC₅₀ 为 0.0184 μg/mL 左右,但田间已经出现抗药 性菌株,使得该药剂的持续施用具有较大风险。而氟硅唑是 三唑类杀菌剂,主要对子囊菌纲、担子菌纲和半知菌类真菌 有效,目前广泛用于果树、蔬菜的黑星病、白粉病、黑斑病、炭

疽病、根腐病等方面。该研究表明,氟硅唑对草莓灰霉病也 具有良好的防治效果,其 EC₅₀ 在 0.2645 μg/mL 左右。

该试验首次将作用机理不同的咯菌腈和氟硅唑药剂进 行复配,结果表明不同复配比例的咯菌腈和氟硅唑对草莓灰 霉病均具有良好的抑制效果,增效作用均为相加作用,尤其 以质量比 2:1 和 1:3 的复配对草莓灰霉病的相加作用最明 显,离体草莓叶片试验也证明该复配比例的有效性。该结果 不仅有助于延长 2 种药剂的使用寿命,而且增加了防治草莓 灰霉病的新药剂,建议生产上推广应用。

该试验仅研究了咯菌腈和氟硅唑复配物对草莓灰霉病

的防治效果,而这 2 种药剂对其他病原菌,如油菜菌核病菌、草莓白粉病、草莓炭疽病是否也具有良好的防治作用,值得进一步研究。因为氟硅唑成分对子囊菌纲具有抑制作用,推测其对草莓白粉病及草莓炭疽病也具有防治效果。则该复配剂将一次性解决草莓生产上的三大病害,即草莓灰霉病、草莓白粉病及草莓炭疽病,使得该混剂既解决草莓生产上抗药性难题,也解决了草莓病害难以防治、草莓生产用药量大等问题,对草莓生产减药增效、保护环境具有重大意义。

参考文献

[1] 陈丽萍,吴长兴,苍涛,等.8 种杀菌剂对草莓灰霉病菌的室内毒力[J].浙江农业科学,2018,59(9):1535-1537.

[2] 肖婷,吉沐祥,杨敬辉,等.不同药剂处理对草莓植株抗病性的影响[C]//中国植物保护学会·病虫害绿色防控与农产品质量安全——中国植物保护学会 2015 年学术年会论文集.北京:中国农业科学技术出版社,2015.

[3] 张晓慧.草莓病害研究进展[J].安徽农学通报,2018,24(18):52-57.

[4] 张国珍,钟珊.草莓灰霉病研究进展[J].植物保护,2018,44(2):1-10.

[5] ROSSLENBROICH H J, STUEBLER D. *Botrytis cinerea*-history of chemical control and novel fungicides for its management[J].Crop protection,2000,19(8/9/10):557-561.

[6] HUANG R, CHE H J, ZHANG J, et al. Evaluation of *Sporidiobolus parvoseus* strain YCXT3 as biocontrol agent of *Botrytis cinerea* on post-harvest strawberry fruits[J].Biological control,2012,62(1):53-63.

[7] 吉沐祥,李国平,杨敬辉,等.江苏省设施草莓病虫害绿色防控技术规程[J].江苏农业科学,2013,41(8):119-121.

[8] SHAO W Y, REN W C, ZHANG Y, et al. Baseline sensitivity of natural populations and characterization of resistant strains of *Botrytis cinerea* to fluazinam[J].Australasian plant pathology,2015,44(4):375-383.

[9] Aqueveque P, Céspedes C L, Alarcón J, et al. Antifungal activities of extracts produced by liquid fermentations of Chilean *Stereum* species against *Botrytis cinerea* (grey mould agent)[J].Crop protection,2016,89:95-100.

[10] ZHANG C Q, HU J L, WEI F L, et al. Evolution of resistance to different classes of fungicides in *Botrytis cinerea* from greenhouse vegetables in eastern China [J].Phytoparasitica,2009,37(4):351-359.

[11] SUN H Y, WANG H C, CHEN Y, et al. Multiple resistance of *Botrytis cinerea* from vegetable crops to carbendazim, diethofencarb, procymidone,

and pyrimethanil in China [J].Plant disease,2010,94(5):551-556.

[12] 张佳,张璨,芦帆,等.草莓灰霉病菌对啞菌酯的抗性检测及抗性菌株的生物学特性研究[J].植物病理学报,2016,46(1):124-130.

[13] 陈仁,陈群航,杜宜新,等.福州地区灰霉病菌对腐霉利和啞菌酯抗性测定[J].福建农业学报,2015,30(2):180-183.

[14] 韩巨才,刘慧平,闫秀琴,等.灰霉病菌对三种杀菌剂的抗性表现型分布及稳定性测定[J].农药学报,2004,6(3):43-47.

[15] 白耀博,陈学进,凤舞剑,等.徐州市草莓灰霉病菌对啞菌酯的抗性[J].安徽农业科学,2016,44(35):162-164.

[16] 亦冰.新型杀菌剂——啞菌酯[J].世界农药,2006,28(5):51-53.

[17] 颜范勇,刘冬青,司马利锋,等.新型烟酰胺类杀菌剂——啞菌酯[J].农药,2008,47(2):132-135.

[18] 赵虎,王松群,余新燕,等.南京、镇江地区草莓灰霉病菌对 6 种杀菌剂的抗药性及生物学性状分析[J].基因组学与应用生物学,2016,35(7):1828-1834.

[19] 杨玉柱,焦必宁.新型杀菌剂咯菌腈研究进展[J].现代农药,2007,6(5):35-39.

[20] 宋善兴,付娟娟,贾松峰,等.2 种氟硅唑药剂防治辣椒白粉病的效果[J].长江蔬菜,2020(5):64-65.

[21] WANG Y, WANG M M, XU L T, et al. Baseline sensitivity and toxic action of the sterol demethylation inhibitor flusilazole against *Botrytis cinerea*[J].Plant disease,2020,104(11):2986-2993.

[22] 王翀.啞菌酯和腐霉利复配对草莓灰霉病菌的联合毒力及增效作用[J].农药,2018,57(6):461-464.

[23] 张锐.啞菌酯和啞菌酯的复配对黄瓜灰霉病的防治效果研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2017.

[24] 张亚,刘青,刘双清,等.啞菌酯和咯菌腈复配对草莓灰霉病菌的室内毒力测定及田间防效[J].中国蔬菜,2018(2):53-57.

[25] 赵建江,陈治芳,韩秀英,等.啞菌酯和啞菌酯混配对灰葡萄孢毒力的增效作用[J].农药学报,2015,17(4):417-424.

[26] 农业部农药检定所.农药室内生物测定试验准则 杀菌剂第 6 部分:混配的联合作用测定:NY/T1156.6—2006[S].北京:中国农业出版社,2006:1-3.

[27] SANG C W, REN W C, WANG J J, et al. Detection and fitness comparison of target-based highly fludioxonil-resistant isolates of *Botrytis cinerea* from strawberry and cucumber in China[J].Pesticide biochemistry and physiology,2018,147:110-118.

[28] 陈治芳,王文桥,韩秀英,等.灰霉病化学防治及抗药性研究进展[J].河北农业科学,2010,14(8):19-23.

(上接第 139 页)

[11] 于伟,张鹏,李雪丽.旅游的幸福增进效应:来自 CGSS2015 的经验证据[J].旅游科学,2019,33(1):71-83.

[12] 樊胜岳,王曲元.云南省丽江市古城区居民的生活质量与幸福感评价[J].甘肃社会科学,2009(3):74-78.

[13] 徐秀美.基于农牧民幸福感与满意度的西藏乡村旅游开发模式绩效评价[J].云南地理环境研究,2015,27(1):1-9,21.

[14] 高园.旅游目的地居民主观幸福感的在外影响因素研究:基于海南国际旅游岛的实证调查[J].生态经济,2012,28(11):86-90.

[15] 崔巍.居民幸福感的影响因素及时代演变[J].经济问题,2019(10):19-25.

[16] 罗心慧,周晨.环境质量、环境认知与居民幸福感:基于 CGSS(2013) 微观数据的实证分析[J].兰州财经大学学报,2019,35(2):55-62,104.

[17] GURSOY D, KENDALL K W. Hosting mega events: Modeling Locals' Support[J].Annals of tourism research,2006,33(3):603-623.

[18] NAWIJN J, MITAS O. Resident attitudes to tourism and their effect on

subjective well-being: The case of Palma de Mallorca[J].Journal of travel research,2012,51(5):531-541.

[19] 粟路军,唐彬礼.旅游地居民生活质量:研究回顾与未来展望[J].旅游学刊,2020,35(6):78-95.

[20] 叶小青.民族旅游社区居民主观幸福感实证研究:以浙江畲族为例[J].贵州民族研究,2017,38(6):38-43.

[21] 时吉光.基于乡村居民幸福感的农业旅游发展研究[J].安徽农业科学,2017,45(30):164-165,186.

[22] 黄婷婷,刘莉倩,王大华,等.经济地位和计量地位:社会地位比较对主观幸福感的影响及其年龄差异[J].心理学报,2016,48(9):1163-1174.

[23] 梁增贤.旅游地社区居民生活质量评估——检验多重差异理论的适用性[J].旅游学刊,2018,33(2):38-47.

[24] 葛传路,梁虎,牛晓冬.贫困代际传递对主观幸福感影响机制分析[J].统计与信息论坛,2019,34(12):58-66.

[25] 王舒媛,白凯.西安回坊旅游劳工移民的地方依恋与幸福感[J].旅游学刊,2017,32(10):12-27.