



杨帅,王文重,魏琪,等.植物源农药丁子香酚与苦参碱对两种马铃薯主要病害的毒力测定及评价[J].黑龙江农业科学,2021(11):35-38.

# 植物源农药丁子香酚与苦参碱对两种马铃薯主要病害的毒力测定及评价

杨帅<sup>1</sup>,王文重<sup>1</sup>,魏琪<sup>1</sup>,董学志<sup>1</sup>,毛彦芝<sup>1</sup>,王玲<sup>2</sup>,郭梅<sup>1</sup>,李学敏<sup>3</sup>

(1.黑龙江省农业科学院马铃薯研究所,黑龙江哈尔滨 150086;2.黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所,黑龙江哈尔滨 150086;3.牙克石森峰薯业有限责任公司,内蒙古牙克石 022150)

**摘要:**为筛选防治马铃薯黑痣病和早疫病的高效低毒植物源杀菌剂,降低有效用药量,提高防治效果,本研究采用菌丝生长速率法测定植物源农药丁子香酚和苦参碱对马铃薯黑痣病菌和早疫病菌的毒力,分别以咯菌腈和代森锰锌为对照。结果表明:1.1%丁子香酚和1.5%苦参碱对两种病原菌均具有较好的毒力,对马铃薯黑痣病的  $EC_{50}$  值分别为 2.101 4 和 2.442 1  $mg \cdot L^{-1}$ ,对马铃薯早疫病的  $EC_{50}$  值分别为 0.761 0 和 0.875 2  $mg \cdot L^{-1}$ ,显著性分析表明 1.1%丁子香酚和 1.5%苦参碱之间抑菌效果差异不显著,但相对于对照药剂均表现为差异显著,说明与病原菌防治常规药剂相比这两种植物源药剂均具有较好的室内抑菌效果。

**关键词:**丁子香酚;苦参碱;马铃薯黑痣病;马铃薯早疫病;毒力测定

马铃薯是茄科、一年生块茎草本植物<sup>[1]</sup>,具有产量高、适应性强、营养丰富、粮菜兼用及综合加工用途广泛等特点,在世界范围内得到广泛种植。近年来,我国马铃薯产业得到迅猛发展,马铃薯已经成为继水稻、玉米和小麦之后的第四大粮食作物<sup>[2]</sup>。然而,随着气候变化以及种植面积的不扩大,继马铃薯晚疫病之后,马铃薯黑痣病和早疫病也已成为马铃薯生产中的主要真菌病害。

马铃薯黑痣病是由立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani* Kühn)引起的马铃薯生产上最具威胁的土传病害之一<sup>[3-4]</sup>,该病不仅在马铃薯苗期对植株地下茎、匍匐茎等多个部位造成危害,引起溃疡症状,降低产量,而且可以在块茎表面形成黑痣、裂口等症状,严重影响其商品性,给生产者造成巨大的经济损失<sup>[5]</sup>。近年来,随着种植效益的提高和面积的不扩大,马铃薯种植区重茬和带病种薯随意调运等问题<sup>[6]</sup>,导致了该土传病害在我国呈普遍发生趋势,一般地块可减产 15%左右,严重发生地块可减产 30%~50%,甚至绝收<sup>[7]</sup>,严重影响着马铃薯产业的发展。

马铃薯早疫病是全球马铃薯生产中普遍发生的一种真菌病害<sup>[8]</sup>,一般情况下造成产量损失达 30%以上,严重地块发病率可达 100%,减产达 70%以上<sup>[9-10]</sup>。该病是由链格孢属(*Alternaria*)中的链格孢菌(*Alternaria alternata*)和茄链格孢菌(*Alternaria solani*)引起,主要通过分生孢子由气孔、表皮和伤口进行危害并能形成多次循环侵染,从而导致植株叶片坏死、植株枯萎,严重时还可侵染块茎,从而造成减产。随着我国马铃薯种植面积扩大和一些主产区多年连续种植,马铃薯早疫病常年发生,且日趋严重<sup>[11]</sup>。

目前,马铃薯黑痣病和早疫病均以化学防治为主。为了探寻高效、低毒的防治药剂,在初步筛选的基础上,本研究选取了植物源农药丁子香酚和苦参碱,并分别以常用化学药剂咯菌腈和代森锰锌为对照,采用菌丝生长速率法测定供试药剂对两种病原菌的抑制效果,以期马铃薯黑痣病和早疫病防治提供借鉴。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试植物源药剂为 1.1%丁子香酚(河北亚达益农农业科技有限公司)、1.5%苦参碱(河北亚达益农农业科技有限公司);对照化学药剂为 98%咯菌腈(浙江省杭州宇龙化工有限公司)和 88%代森锰锌(河北双吉化工有限公司)。

供试马铃薯黑痣病菌和早疫病菌均由黑龙江

收稿日期:2021-08-05

基金项目:国家重点研发计划(2017YFE0115700);黑龙江省自然科学基金(优秀青年基金)(JJ2019YX0977)。

第一作者:杨帅(1982-),男,博士,副研究员,从事马铃薯土传病害研究。E-mail:yangshuai20000@163.com。

通信作者:郭梅(1968-),女,硕士,研究员,从事马铃薯真菌病害研究。E-mail:guo\_plum@126.com。

省农业科学院马铃薯研究所病虫害研究室提供, 24 ℃下活化后使用, 供试培养基为马铃薯葡萄糖培养基(PDA)。

## 1.2 方法

1.2.1 试验设计 采取菌丝生长速率法<sup>[12]</sup>进行不同药剂的毒力测定。根据前期预试验结果, 针对上述药剂分别设置 5~6 个浓度梯度。分别将原药稀释溶解, 并用无菌水定容至相应的浓度作为母液, 再按照设定的浓度制备含药培养基, 即分别将 2 mL 各浓度药剂稀释液加入至 18 mL 融化并稍冷却的 PDA 培养基中。以含等量无菌水处理为对照, 每处理浓度重复 3 次。

将已活化好的病原菌菌种平板置于超净工作台中, 用直径 7 mm 的打孔器打孔, 待培养基完全冷却凝固后, 将 7 mm 菌饼挑出置于含药培养皿的中心部位, 每个培养皿放一个菌饼, 24 ℃恒温培养箱中培养 3 d 后, 用十字交叉法测量菌落直径, 以其平均数代表菌落大小, 计算菌落的净生长量和抑制率。

1.2.2 数据分析 数据处理采用 Excel 2013 和 DPS 7.05 软件进行。根据杀菌剂浓度与生长抑制率的关系, 计算杀菌剂浓度对数与抑制率几率值间的毒力回归方程, 并根据其置信区间判定差异显著性。通过其回归方程计算杀菌剂的抑制中浓度值, 即  $EC_{50}$ 。

生长抑制率(%) = [(对照菌落直径 - 处理菌落直径) / (对照组菌落直径 - 菌饼直径)] × 100

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度药剂处理的抑菌率效果

分别使用化学药剂和植物源药剂进行马铃薯黑痣病菌和早疫病菌室内抑菌分析, 由表 1 可知, 当 1.1% 丁子香酚的浓度为 0.69~11.00  $mg \cdot L^{-1}$  时, 对黑痣病菌菌丝生长的抑制率为 20.93%~85.49%; 当 1.5% 苦参碱的浓度为 0.75~15.00  $mg \cdot L^{-1}$  时, 对黑痣病菌菌丝生长的抑制率为 20.09%~79.26%; 当 98% 咯菌腈的浓度为 0.098~6.250  $mg \cdot L^{-1}$  时, 对黑痣病菌菌丝生长的抑制率为 21.49%~74.17%。当 1.1% 丁子香酚的浓度为 0.345~5.500  $mg \cdot L^{-1}$  时, 对早疫病菌丝生长的抑制率为 31.88%~73.91%; 当 1.5% 苦参碱的浓度为 0.313~15.000  $mg \cdot L^{-1}$  时, 对早疫病菌丝生长的抑制率为 38.59%~80.80%。当 88% 代森锰锌的浓度为 16.67~266.66  $mg \cdot L^{-1}$  时, 对

早疫病菌丝生长的抑制率为 28.78%~85.64%。通过比较置信区间进行药剂间显著性分析, 结果表明 1.1% 丁子香酚和 1.5% 苦参碱间抑菌效果不显著, 但分别相对于 98% 咯菌腈和 88% 代森锰锌表现为差异显著, 说明这两种植物源提取物与两种病原菌防治常规药剂相比均具有较好的室内抑菌效果。部分药剂抑菌效果详见图 1~图 4。

表 1 药剂处理浓度及抑菌率

杀菌剂	黑痣病菌		早疫病菌	
	处理浓度/ ( $mg \cdot L^{-1}$ )	抑菌 率/%	处理浓度/ ( $mg \cdot L^{-1}$ )	抑菌 率/%
1.1% 丁子香酚	11.00	85.49	5.500	73.91
	5.50	81.95	2.750	68.12
	2.75	76.06	1.380	57.97
	1.83	41.92	0.690	58.70
	1.38	23.70	0.345	31.88
	0.69	20.93		
1.5% 苦参碱	15.00	79.26	15.000	80.80
	5.00	71.99	5.000	69.93
	2.50	50.50	2.500	56.86
	1.25	38.37	0.625	48.43
	1.00	35.35	0.313	38.59
	0.75	20.09		
98% 咯菌腈	6.250	74.17		
	3.125	64.72		
	1.563	54.48		
	0.781	42.97		
	0.195	25.90		
	0.098	21.49		
88% 代森锰锌			266.66	85.64
			133.33	71.75
			66.66	63.78
			33.33	46.94
		16.67	28.78	

### 2.2 毒力回归分析

药剂  $EC_{50}$  值大小是衡量药剂毒力大小的重要指标,  $EC_{50}$  值越小, 表明该药剂的毒力越强。由表 2 可知, 供试药剂浓度的对数值( $x$ )与抑制率的机率值( $y$ )之间的线性相关性非常好, 相关系数均在 0.9 以上。根据毒力回归方程, 3 种药剂对黑痣病菌和早疫病菌均具有较强的毒力, 其中, 对黑痣病菌来说, 1.1% 丁子香酚的  $EC_{50}$  值为

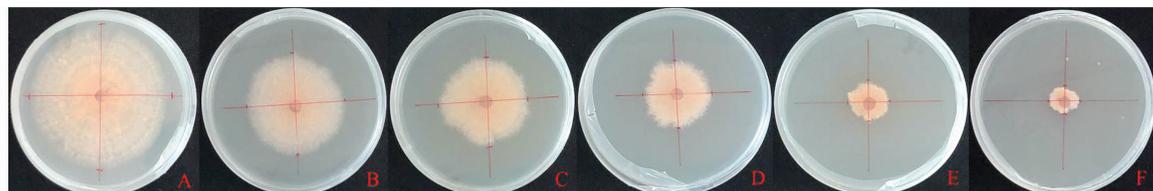
2.101 4 mg·L<sup>-1</sup>, 1.5% 苦参碱的 EC<sub>50</sub> 值为 2.442 1 mg·L<sup>-1</sup>, 98% 咯菌腈的 EC<sub>50</sub> 值分别为 1.097 4 mg·L<sup>-1</sup>; 对早疫病菌来说, 1.1% 丁子香

酚和 1.5% 苦参碱的 EC<sub>50</sub> 值分别为 0.761 0 和 0.875 2 mg·L<sup>-1</sup>, 而 88% 代森锰锌的 EC<sub>50</sub> 值为 41.171 4 mg·L<sup>-1</sup>。



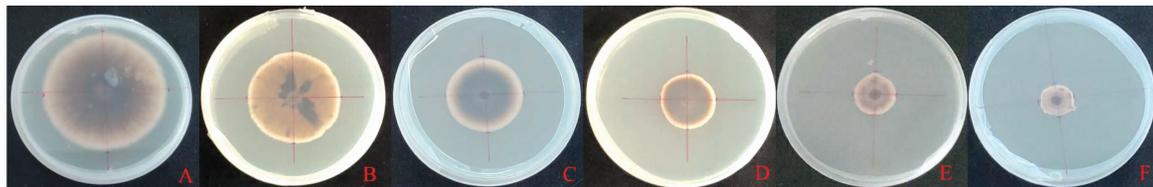
A.CK; B-F 分别代表处理浓度 0.69, 1.38, 1.83, 2.75 和 5.50 mg·L<sup>-1</sup>。

图 1 1.1% 丁子香酚对黑痣病菌的抑菌效果



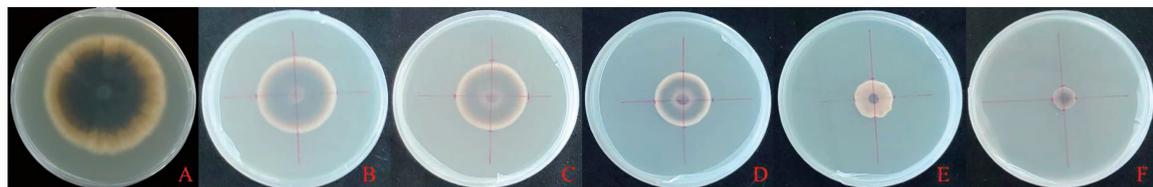
A.CK; B-F 分别代表处理浓度 0.75, 1.00, 1.25, 2.50 和 5.00 mg·L<sup>-1</sup>。

图 2 1.5% 苦参碱对黑痣病菌的抑菌效果



A.CK; B-F 分别代表处理浓度 0.345, 0.690, 1.380, 2.750 和 5.500 mg·L<sup>-1</sup>。

图 3 1.1% 丁子香酚对早疫病菌的抑菌效果



A.CK; B-F 分别代表处理浓度 0.313, 0.625, 2.500, 5.000 和 15.000 mg·L<sup>-1</sup>。

图 4 1.5% 苦参碱对早疫病菌的抑菌效果

表 2 不同药剂对马铃薯黑痣病菌和早疫病菌的毒力回归方程及 EC<sub>50</sub> 值

病害类型	杀菌剂	毒力回归方程	相关系数(R <sup>2</sup> )	EC <sub>50</sub> 值/(mg·L <sup>-1</sup> )	95%置信区间/(mg·L <sup>-1</sup> )
黑痣病	1.1% 丁子香酚	$y=4.4188+1.8022x$	0.9272	2.1014	1.4548~3.0354
	1.5% 苦参碱	$y=4.5262+1.2218x$	0.9682	2.4421	1.8786~3.1747
	98% 咯菌腈	$y=4.9672+0.8112x$	0.9968	1.0974	0.9775~1.2321
早疫病	1.1% 丁子香酚	$y=5.0977+0.8234x$	0.9240	0.7610	0.4451~1.3011
	1.5% 苦参碱	$y=5.0386+0.6671x$	0.9861	0.8752	0.6406~1.1957
	88% 代森锰锌	$y=2.9081+1.2956x$	0.9940	41.1714	35.9205~47.1898

### 3 讨论与结论

丁子香酚是桃金娘科丁子香属植物丁香中的一种有香味的挥发性物质。长期以来, 主要用于防治动物和人类的疾病<sup>[13]</sup>。20 世纪 90 年代, 国内首次将丁子香酚作为蔬菜等作物的杀菌剂投入使用<sup>[14]</sup>, 作为治疗性杀菌剂, 其具有杀菌谱广、毒

性低的特点, 能迅速治疗多种农作物真、细菌性病害, 如疫霉菌、腐霉菌、灰葡萄孢菌等<sup>[13-15]</sup>。苦参碱是由苦参的根、茎、叶等部位经乙醇等有机溶剂提取制成, 主要成分为生物碱和黄酮类, 在临床医学中应用广泛。近年来, 国内逐渐开发出苦参碱农药, 应用于茶叶、果蔬、烟草等作物的病虫害防

治,并取得了良好防效<sup>[16]</sup>。丁子香酚与苦参碱作用机理各异,其高效、低毒、残留少的特性在植物用药方面具有很大的开发潜力,目前这方面相关的研究还较少。

目前国内防治马铃薯黑痣病和早疫病主要以化学药剂为主,但可选的药剂不多,主要以啞菌酯、咯菌腈、代森锰锌、百菌清等为主。随着药剂用量的增加和逐年使用,造成了病原菌产生耐药性、农药残留以及环境污染等一系列问题。为减少和替代化学农药,防止化学抗药性和残留,提高农产品安全品质,本研究开展了植物源药剂丁子香酚和苦参碱的室内抑菌试验,结果表明所选药剂对黑痣病菌和早疫病菌均具有较强的毒力,但相对于咯菌腈和代森锰锌,丁子香酚和苦参碱均表现出较好的室内抑菌效果。这表明植物源药剂对这两种马铃薯主要病害均具有较好的防控效果,可以为进一步开展田间防治研究及应用提供指导。

#### 参考文献:

- [1] 谢从华. 马铃薯产业的现状与发展[J]. 华中农业大学学报, 2012(1): 1-4.
- [2] 杨帅, 闵凡祥, 高云飞, 等. 新世纪我国马铃薯产业发展现状及存在问题[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 311-316.
- [3] JEGER M J, HIDE G A, VAN DEN BOOGERT P H J F, et al. Soilborne fungal pathogens of potato[J]. Potato Research, 1996, 39: 437-469.
- [4] BANVILLE G B, CARLING D E. Rhizoctonia canker and black scurf[C]//STEVENSON W R, LORIA R, FRANC

- G, et al. Compendium of Potato Diseases. St Paul, MN: APS Press, 2001: 36-37.
- [5] LEAH T. Biology, epidemiology and management of *Rhizoctonia solani* on potato[J]. Journal of Phytopathology, 2010, 158: 649-658.
- [6] 杨帅, 闵凡祥, 高云飞, 等. 环境因子对马铃薯致病立枯丝核菌 AG-3 融合群生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(24): 151-154.
- [7] 吴志会, 陆晴, 甄志华, 等. 杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的室内毒力及田间防效[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(6): 68-72.
- [8] 台莲梅, 左豫虎, 张亚玲, 等. 马铃薯早疫病菌 RAPD-PCR 反应体系优化[J]. 黑龙江农业科学, 2016(5): 4-7.
- [9] 范子耀, 王文桥, 孟润杰, 等. 马铃薯早疫病病原菌鉴定及其对不同药剂的敏感性[J]. 植物病理学报, 2013(1): 69-74.
- [10] 郭倩倩. 马铃薯早疫病的分子检测及田间早期诊断[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.
- [11] 王倩, 张岱, 赵冬梅, 等. 马铃薯早疫病菌实时荧光定量 PCR 检测方法的建立[J]. 河北农业大学学报, 2016, 39(6): 32-37.
- [12] 王银钰, 崔凌霄, 李统华, 等. 几种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的室内毒力及田间药效测定[J]. 中国马铃薯, 2020, 176(6): 44-50.
- [13] 林述平, 凌晓曦, 邓召利, 等. 丁子香酚对辣椒疫霉菌的毒力测定[J]. 江西农业学报, 2011, 23(2): 102-103, 106.
- [14] 杨勇, 王建华, 吉沐祥, 等. 植物源农药丁子香酚与苦参碱及其混配对照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.
- [15] 岑贞陆, 陈永宁. 灰霜特防治水稻细菌性条斑病试验[J]. 广西农业科学, 2001(1): 20-21.
- [16] 章冰川, 徐晖. 苦参碱及其类似物的农用生物活性及结构修饰研究进展[J]. 农药学报, 2019, 21(5): 609-626.

## Toxicity Test and Analysis of the Eugenol and Matrine to Two Main Disease of Potato

YANG Shuai<sup>1</sup>, WANG Wen-zhong<sup>1</sup>, WEI Qi<sup>1</sup>, DONG Xue-zhi<sup>1</sup>, MAO Yan-zhi<sup>1</sup>, WANG Ling<sup>2</sup>, GUO Mei<sup>1</sup>, LI Xue-min<sup>3</sup>

(1. Potato Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Institute of Crop Cultivation and Tillage, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. Yakeshi Senfeng Potato Industry Limited Company, Yakeshi 022150, China)

**Abstract:** In order to screen high efficiency and low toxicity botanical fungicides for against the black scurf and early blight of potato, reduce the effective dosage and improve the control effect, the mycelium growth rate method was used to test the toxicity of botanical fungicides eugenol and matrine, and using fludioxonil and mancozeb as the control. The results showed that both two botanical fungicides had better effect on inhibiting the growth of two pathogens, and the EC<sub>50</sub> values of 1.1% eugenol and 1.5% matrine were 2.101 4 and 2.442 1 mg·L<sup>-1</sup> for black scurf and 0.761 0 and 0.875 2 mg·L<sup>-1</sup> for early blight, respectively. The significance analysis showed that the inhibition effect of 1.1% eugenol and 1.5% matrine was not significant, but compared with the control chemicals, both showed significant differences. The results indicated that the two botanical fungicides had better indoor inhibition effects than the conventional chemicals for the control of pathogens.

**Keywords:** eugenol; matrine; potato black scurf; potato early blight; toxicity test