

河西灌区梨火疫病病原鉴定及田间药剂筛选

张文波¹, 何树文¹, 杨成德², 郭致杰³, 郑婷燕¹, 许永锋¹

(1. 张掖市植保植检站, 甘肃 张掖 734000; 2. 甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃 兰州 730070;
3. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 利用形态特征和基因序列分析对梨火疫病病原菌进行鉴定筛选, 以期为河西灌区早酥梨火疫病诊断和制定防治策略提供科学依据。采用平板划线法, 对引起河西灌区张掖市梨火疫病的病原菌进行了分离、鉴定及田间药剂筛选。结果表明, 经致病性测定, 分离物 F₂ 为梨火疫病病原菌。病原菌鉴定为革兰氏染色阴性, 菌落呈半球形隆起, 乳白色, 粘性, 边缘整齐, 表面光滑湿润, 在 28 ℃ 培养 3 d 后菌落直径 3~4 mm, 菌体杆状, 大小为 (0.9~1.8) μm × (0.6~1.5) μm, 以单生为主, 有时成双或 3~4 个连成短链状。根据培养性状、形态特征及基因序列分析, F₂ 鉴定为解淀粉欧文氏菌 (*Erwinia amylovora*)。田间农药筛选表明, 喷药后 15 d 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液防效最高, 为 61.9%, 喷药后 30 d 4% 春雷霉素水剂 1 200 倍液防效最高, 为 62.4%, 其他各处理防效在 50% 以上; 可见 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液和 4% 春雷霉素水剂 1 200 倍液 2 种药剂均可在生产中推广使用。

关键词: 梨火疫病; 病原菌鉴定; 田间防效; 药剂筛选; 河西灌区

中图分类号: S661.2; S436.612 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2025)10-0963-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.10.014

Pathogen Identification of Pear Fire Blight and Field Screening of Chemical Treatments in the Hexi Irrigation Region

ZHANG Wenbo¹, HE Shuwen¹, YANG Chengde², GUO Zhijie³, ZHENG Tingyan¹, XU Yongfeng¹

(1. Zhangye Plant Protection and Inspection Station, Zhangye Gansu 734000, China; 2. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: This experiment focused on isolating, identifying pathogens causing pear fire blight in the Hexi Irrigation Region and screening effective chemical treatments for field application, so as to provide a scientific basis for diagnosis and management strategies of Zaosu pears. The pathogen was isolated and identified using the plate streak method, followed by morphological characterization and genetic sequence analysis. Pathogenicity testing confirmed that isolate F₂ was the causal agent of pear fire blight. The bacterium was Gram-negative, with hemispherical, convex, milky-white, and viscous colonies with smooth and moist surfaces and neat edges. After 3 days of incubation at 28 ℃, colony diameters ranged from 3 to 4 mm. Bacteria somatic was rod-shaped, measuring (0.9 to 1.8) μm × (0.6 to 1.5) μm, occurring mostly singly, occasionally in pairs or short chains of 3 to 4 bacterial cells. Based on morphological, cultural, and molecular characteristics, the pathogen was identified as *Erwinia amylovora*. Field efficacy trials revealed that 3% thiamphenicol water dispersible granules at 1 000× dilution exhibited the highest control efficacy of 61.9% at 15 days post-application, whereas 4% kasugamycin aqueous solution at 1 200 × dilution demonstrated superior efficacy of 62.4% at 30 days post-application. All other treatments maintained control efficiencies above 50%. Therefore, both thiamphenicol water dispersible granules at 1 000× dilution and 4% kasugamycin aqueous solution at 1 200× dilution are recommended for field application in pear fire blight management.

Key words: Pear fire blight; Pathogen identification; Field efficacy; Chemical screening; Hexi Irrigation Region

梨火疫病是由解淀粉欧文氏菌 (*Erwinia amylovora*) 引起的毁灭性病害之一^[1], 是《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物》中规定的一类危险性病害^[2-3]。其最早在 1780 年发生于美国纽约州, 最初人们认为病因是雷电、热灼伤、冻伤、昆虫, 甚至与人类疾病有关; 1884 年通过分离与

再接种试验, 首次证实了梨火疫病由一种细菌引起, 成为世界上最早发现的植物细菌性病害^[4]。该病菌可侵染四十余属的 220 种以上植物, 受害症状表现为花、枝条和叶片变黑, 像被火烧过一样, 严重时可引起果树大量死亡。随着世界贸易的发展, 梨火疫病以较快的速度传播, 目前已经

收稿日期: 2025-01-11; 修订日期: 2025-10-11

作者简介: 张文波(1982—), 男, 甘肃秦安人, 高级农艺师, 主要从事农作物病虫害防控、植物检疫及农药管理等工作。
Email: 66461806@qq.com。

传播至美洲、大洋洲、欧洲、中东、北非等五十多个国家和地区^[5]。2020年6月以来,张掖市早酥梨树种植区相继发现梨火疫病,随着栽培年限的延长,梨火疫病危害逐年加重,轻则减产,重则植株死亡,严重影响林果产业经济发展与生态安全。为此,我们于2021—2023年在张掖市甘州区、临泽县采集病样,通过常规平板划线法分离病原菌,利用形态特征和基因序列分析进行鉴定,并进行药剂筛选,以期河西灌区早酥梨火疫病诊断和制定防治策略提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试菌株 于2023年6月在甘肃省张掖市甘州区、临泽县的梨树上采集疑似病枝、病叶和病果带回室内进行分离培养。

1.1.2 供试培养基 NA+5%蔗糖培养基(牛肉浸膏3.0 g,酵母膏2.0 g,蛋白胨6.0 g,氯化钠5.0 g,蔗糖50.0 g,琼脂粉18.0 g,无菌水1 000 mL,121℃高压灭菌30 min)、NA+5%蔗糖培养液(牛肉浸膏3.0 g,酵母膏2.0 g,蛋白胨6.0 g,氯化钠5.0 g,蔗糖50.0 g,无菌水1 000 mL,121℃高压灭菌30 min)、NSA选择性培养基[无菌水1 000 mL,牛肉膏8 g,蔗糖50 g,0.5%溴百里酚蓝2.5 mL(0.5 g溴百里酚蓝+100 g无水乙醇),0.5%甲基红9 mL(0.5 g+100 g蒸馏水),琼脂20 g,40 g/L氢氧化钠6 mL,121℃高压灭菌25 min]。

1.1.3 供试药剂 以8种杀菌剂作为供试药剂,具体名称、剂型和生产商见表1。

1.2 试验方法

1.2.1 病原菌的分离和纯化 采用平板划线法进行病原菌分离和纯化。剪取样品病健交界处0.5 cm×0.5 cm组织块,用1%次氯酸钠溶液表面消毒60 s,无菌水冲洗3次后放于无菌研钵中,加少量无菌水,用无菌研棒研碎,静置5 min,用无菌接

种环蘸取组织液在NA+5%蔗糖培养基上进行三区划线分离,28℃恒温培养48 h,待菌落长出后,挑取颜色、形态一致的单菌落进行纯化培养^[6],将纯化好的单菌落编号并在4℃冰箱保存备用。

1.2.2 致病性测定 挑取单菌落放入盛有NA+5%蔗糖培养液的锥形瓶中,封口后置于恒温摇床(28℃,180 rpm/min)振荡培养12 h,测定OD₆₀₀为1.0,得到试验菌悬液备用^[7]。取健康的早酥梨树枝、叶和果实,经75%乙醇消毒,再用无菌蒸馏水冲洗5次后进行致病性测定。在正面距离叶片1~2 cm的叶柄处,采用针刺接种,并用无菌水沾湿脱脂棉,放置培养皿底部,每天滴加无菌水进行保湿处理,置入28℃培养箱恒温培养^[7];将果实放入垫有滤纸的小盆中,用无菌针头轻轻划伤果实表面造成微伤口,然后用菌悬液进行针刺接种,28℃恒温培养,每天喷洒无菌水进行保湿处理;另外将梨树枝条插入菌悬液中,放入气候箱中保持湿度(相对湿度>85%,28℃)培养2 d后,将枝条插入无菌水。所有处理重复3次,并以接种无菌水为空白对照。每天观察症状并拍照记录,发病后对发病部位再次分离和纯化。

1.2.3 形态学鉴定 将供试菌株接种于NSA选择性培养基和NA+5%蔗糖培养基中,于28℃黑暗培养36~48 h,观察菌落的形态、大小、颜色、生长状况和边缘特征等进行革兰氏染色^[7]。

1.2.4 基因序列分析鉴定 根据细菌DNA提取试剂盒(TIANamp Bacteria DNA Kit)提取基因组DNA;以提取的DNA为模板,采用通用引物27F/1492R,特异性引物P29F/P29R、AJ75/AJ76扩增(表2)进行PCR扩增,扩增产物为16S rDNA基因、病原菌中质粒上的2个基因。体系为25 μL,其中2×PCR Mix 12.5 μL、上下游引物各1 μL、模板DNA 1 μL、ddH₂O补充至25 μL。扩增程序为:94℃预变性3 min,94℃变性30 s,退火30 s,72℃延伸

表1 供试药剂名称及生产商

供试药剂	剂型	生产商
2%春雷霉素(彩隆)	水剂	江门市植保有限公司
3%噻霉酮	水分散粒剂	陕西西大华特科技实业有限公司
40%春雷噻唑锌	悬浮剂	浙江新农化工股份有限公司
20%噻唑锌	悬浮剂	浙江新农化工股份有限公司
2%春雷霉素(华诺艾雷)	水剂	华北制药河北华诺有限公司
6%中生菌素	可溶液剂	华北制药河北华诺有限公司
4%春雷霉素	水剂	陕西赢帅生物科技有限公司
20%噻菌酮	悬浮剂	浙江龙湾化工有限公司

表 2 扩增引物

引物名称	引物序列5'-3'	退火温度
27F	5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'	55
1492R	5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3'	
P29F	5'-GGGCAAATACTCGGATT-3'	50
P29R	5'-CGGTTTTTAACGCTGGG-3'	
AJ75	5'-CGTATTCACGGCTTCGCAGAT-3'	64
AJ76	5'-ACCCGCCAGGATAGTCGCATA-3'	

1 min, 35 个循环, 72 ℃延伸 5 min, 扩增后用 1% 的琼脂糖凝胶电泳检测扩增产物, 具特异性条带的 PCR 产物送至擎科生物科技有限公司测序, 所得拼接序列在 Gen0 Bank 数据库中进行 Blast 比对, 下载同源序列, 使用 MEGA v.7 中的邻接法构建系统发育树, 确定其分类地位^[8-15]。

1.2.5 药剂筛选 2023 年梨树发病期开展药剂筛选试验, 试验共设 8 个杀菌剂处理, 以喷清水为对照。每个处理 3 次重复, 试验区面积 666.7 m², 分别在初花期 4 月 27 日(5%开花), 末花期 5 月 9 日(95%花落)采用机动喷雾机(型号为 170-25 高压直联喷药机)进行喷雾施药, 施药器械一致, 药液达到树体上均匀全覆盖, 用药量 3 000 kg/hm²; 对照区不喷药。第 2 次喷药后 15 d(坐果期)、30 d(果实膨大期), 每个小区各选择 5 个点, 每点 5 棵果树作为调查对象, 每次调查均记录总株数、发病株数、每株发病级数, 调查后剪除病枝、病

果, 带出田外深埋。同时调查各处理对果树生长有无影响, 记录药害情况。分级标准为: 0 级, 无病状; 1 级, 新梢发病, 未感染到侧枝或主枝, 主干新生枝条或新芽发病未感染到主干; 2 级, 侧枝发病, 未感染到主枝; 3 级, 主枝发病, 感染部位在第一侧枝以上; 4 级, 侧枝发病感染到主枝、主干新生枝条或新芽发病感染到主干, 主干未流脓; 5 级, 主干发病流脓, 全株焦枯。

病情指数 =
$$\frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{该病级数})}{2} \times 100$$

防效 =
$$\frac{(\text{空白对照区病情指数} - \text{防治区病情数})}{\text{空白对照区病情指数}} \times 100\%$$

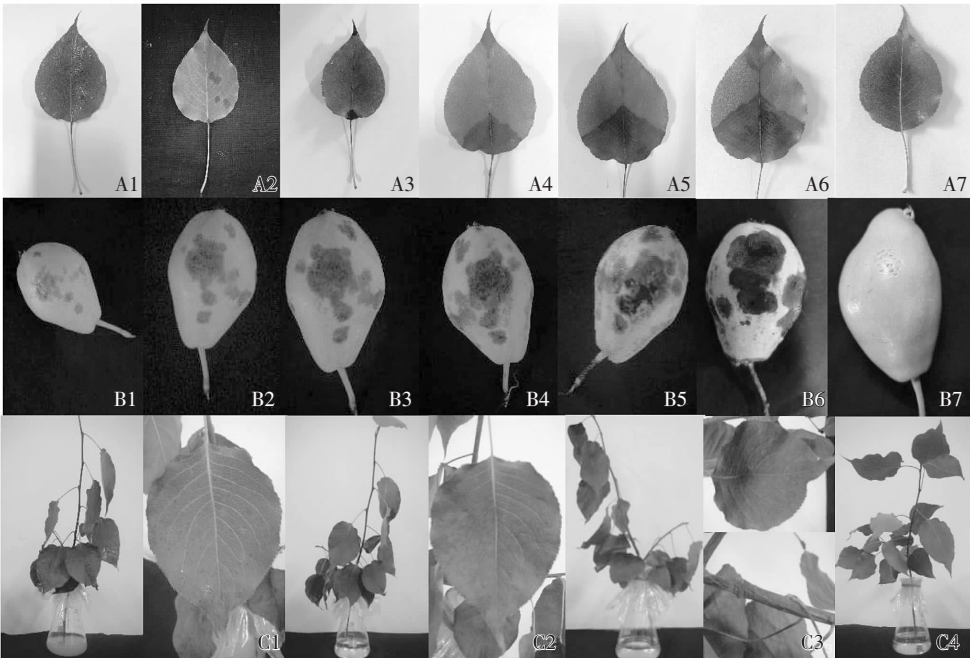
1.3 数据处理

采用 EXCEL 2010 和 SPSS 23.0 软件进行数据统计分析, 采用单因素方差分析, 处理间差异显著性采用 Duncan 氏进行检验(显著水平 $P = 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 病原菌的分离和致病性

根据分离物培养性状及形态特征, 共分离得到 13 株分离物, 分别编号为 F₁ ~ F₁₃。对 13 株分离物进行致病性测定, 其中分离物 F₂ 接种后表现出梨火疫病典型症状(图1), 其他分离物及对照均



A 为接种后叶片症状 (A1: 接种 24 h, A2: 接种 48 h, A3: 接种 72 h, A4: 接种 120 h, A5: 接种 144 h, A6: 接种 168 h, A7: 对照); B 为接种后果实症状 (B1: 接种 48 h, B2: 接种 72 h, B3: 接种 96 h, B4: 接种 120 h, B5: 接种 168 h, B6: 接种 336 h, B7: 对照); C 为枝条插入菌悬液症状 (C1: 接种 24 h, C2: 接种 72 h, C3: 接种 168 h, C4: 对照)。

图 1 病原菌 F₂ 对梨树叶片、果实及枝条的致病性测定

无症状表现。其中 F_2 接种叶片 24 h, 针刺处发黑; 接种 48 h, 病菌从叶柄向叶脉处扩展; 接种 3 d, 病斑逐渐从叶脉向叶片延伸; 接种 5 d, 病菌已侵染至叶片 1/3 处; 接种 6、7 d, 出现大面积的黑褐色坏死; 清水对照组的叶片未观察到(图 1A)。接种果实 48 h, 针刺部位出现水渍状病斑, 有明显边缘, 后病部下凹呈溃疡状, 褐色, 湿度大时有菌浓溢出(图 1B)。接种枝条 24 h, 叶缘开始变黑, 然后沿叶脉发展; 72 h 时病菌已侵染至叶片 2/3 处; 接种 168 h, 叶片整个变黑、凋萎, 与田间发病症状相同, 此时枝干表皮已萎缩、褶皱。3 组对照组均不发病(图 1 A7、B7、C4)。对发病部位进行再次分离纯化, 得到与接种物 F_2 形态一致的分离物, 说明 F_2 为甘肃省张掖市梨火疫病的致病菌。

2.2 病原菌的鉴定

2.2.1 形态特征 F_2 在 NSA 选择性培养基产生高度隆起且表面光滑的橘红色菌落, 在 NA+5%蔗糖培养基上菌落呈半球形隆起, 乳白色, 粘性, 边

缘整齐, 表面光滑湿润, 在 28 ℃ 培养 3 d 后菌落直径为 3~4 mm。革兰氏染色阴性, 菌体杆状, 大小为 $(0.9 \sim 1.8) \mu\text{m} \times (0.6 \sim 1.5) \mu\text{m}$, 以单生为主, 有时成双或 3~4 个连成短链状(图2)。

2.2.2 基因序列分析 利用通用引物 27F/1492R 进行扩增, 得到片段大小约 1 500 bp 的目标产物(16SrDNA 基因片段)。从 NCBI 中选择参考序列, 并通过 MEGA 7.0 中的 N-J 法构建系统发育树, 结果表明, 分离物 F_2 与梨火疫病菌[解淀粉欧文氏菌(*Erwinia amylovora*)]在系统发育树上聚在同一分枝, 且支持率为 99%(图 3)。利用梨火疫病菌质粒 pEA29 的两对引物 P29F/P29R 和 AJ75/AJ76 进行 PCR 扩增, 得到长度为 900 bp 和 800 bp 的 DNA 片段。利用 BLAST 软件将测序所得序列与 NCBI 数据库中已登录的 pEA29 序列进行同源序列比对, 同源性达 100%, 结合形态特征将病原菌 F_2 鉴定为梨火疫病菌[解淀粉欧文氏菌(*Erwinia amylovora*)](图 4)。

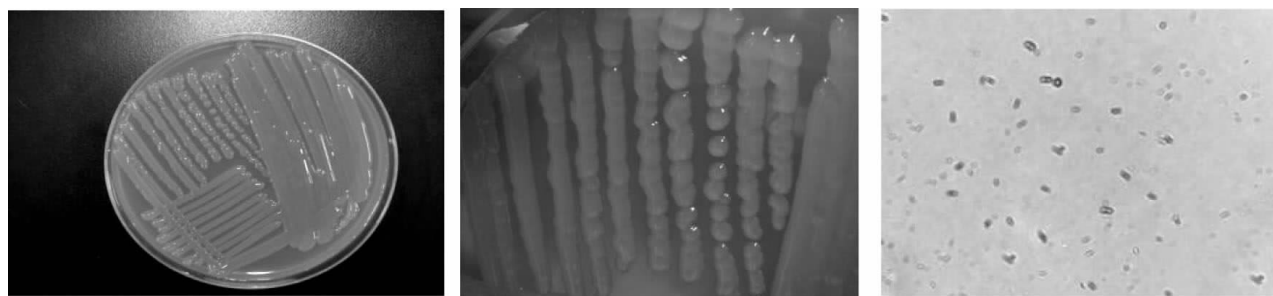


图 2 形态特征

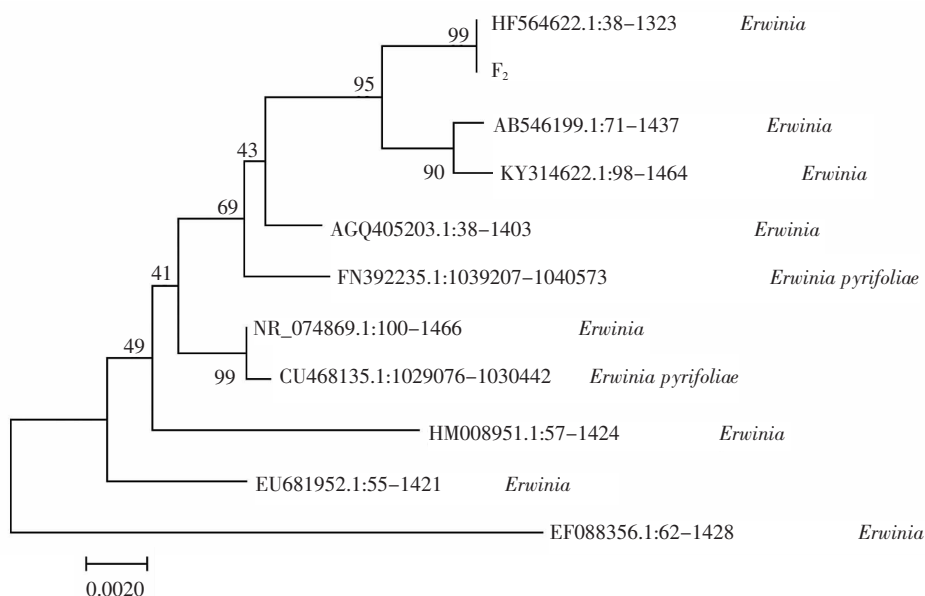


图 3 基于 16srRNA 基因序列构建系统发育树

2.2.3 田间药剂筛选 由表 3 可知, 各药剂处理间喷药后 15、30 d 防治效果均无显著差异, 其中喷药后 15 d, 供试药剂的防效均在 50% 以上, 均有一定的防治效果, 以 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液防效最高, 为 61.9%。药后 30 d, 以 4% 春雷霉素水剂 1200 倍液防效最高, 为 62.4%; 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液次之, 为 61.2%, 均高于其他药剂。各处理在果树主干、枝条、果实和树叶等部位未发现抑制生长(褪绿、畸形)等药害症状, 对果树安全。

3 讨论与结论

梨火疫病是由解淀粉欧文氏菌引起的细菌性

病害, 单个生长季内可以毁灭一个果园^[1], 2012 年被列入十大植物病原菌之一。由于解淀粉欧文氏菌的毒力、生存和迁移能力强, 且易感品种及组织的多样性高, 难以找到统一有效的根治方法, 导致梨火疫病的治理十分困难。目前, 对于梨火疫病的预防和控制手段主要包括隔离检疫、化学防治、培育抗性品种和农业措施如剪枝挖树等^[1]。Gusberti 等^[16]研究发现, 链霉素的杀菌效率较高, 其次是含铝化合物和含铜化合物。含铝化合物容易被雨水冲刷掉, 杀菌效率易受天气影响; 含铜化合物对植物和土壤产生毒性, 且病原菌对铜离子也具有耐药性。链霉素的杀菌效率虽高, 但是

Descriptions

Graphic Summary

Alignments

Taxonomy

Sequences producing significant alignments

Download

Select columns

Show

500

select all

100 sequences selected

GenBank

Graphics

Distance tree of results

MSA Viewer

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Ea70	Erwinia amylovora	1386	1386	100%	0.0	100.00%	982	LN794182.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Ea60	Erwinia amylovora	1386	1386	100%	0.0	100.00%	950	LN794179.1
Erwinia amylovora strain Irl51 plasmid pEA29 repeat region	Erwinia amylovora	1386	1386	100%	0.0	100.00%	1012	KJ457299.1
Erwinia amylovora LA636 plasmid LA636P1_complete sequence	Erwinia amylovora LA636	1386	1386	100%	0.0	100.00%	27319	HG793097.1
Erwinia amylovora Ea266 plasmid pEA29_complete replicon	Erwinia amylovora Ea266	1386	1386	100%	0.0	100.00%	28266	HF560644.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Ea6	Erwinia amylovora	1380	1380	100%	0.0	99.87%	978	LN794177.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Ea12	Erwinia amylovora	1376	1376	100%	0.0	99.73%	995	LN794180.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Ea67	Erwinia amylovora	1371	1371	100%	0.0	99.60%	989	LN794181.1
Erwinia amylovora strain 99east-3-1 plasmid unnamed_complete sequence	Erwinia amylovora	1349	1349	100%	0.0	98.94%	28283	CP117555.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Eam12	Erwinia amylovora	1349	1349	100%	0.0	98.94%	987	LN794190.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Eam6	Erwinia amylovora	1349	1349	100%	0.0	98.94%	991	LN794189.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Eam8	Erwinia amylovora	1349	1349	100%	0.0	98.94%	993	LN794184.1
Erwinia amylovora strain Irs36 plasmid pEa29 repeat region	Erwinia amylovora	1349	1349	100%	0.0	98.94%	1020	KJ457294.1
Erwinia amylovora LA635 plasmid LA635P1_complete sequence	Erwinia amylovora LA635	1349	1349	100%	0.0	98.94%	28275	HG793096.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Eam5	Erwinia amylovora	1343	1343	100%	0.0	98.81%	994	LN794198.1
Erwinia amylovora plasmid pEA29 microsatellite DNA locus SSR pEA29_isolate Eam4	Erwinia amylovora	1343	1343	100%	0.0	98.81%	993	LN794197.1

图 4 特异性引物扩增序列与已登录的 pEA29 序列比对

表 3 8 种杀菌剂对梨火疫病的田间防治效果^①

药剂名称	稀释倍数 /倍	用水量 /(L/hm ²)	喷药后15 d		喷药后30 d	
			病情指数	防治效果 /%	病情指数	防治效果 /%
2%春雷霉素水剂(彩隆)	600	3 000	21.3±2.3 a	54.5±4.9 a	8.5±1.3 a	59.9±6.3 a
3%噻霉酮水分散粒剂	1 000	3 000	17.9±3.5 a	61.9±7.5 a	8.3±2.8 a	61.2±13.2 a
40%春雷噻唑锌悬浮剂	1 200	3 000	20.3±3.1 a	56.8±6.7 a	8.8±0.5 a	58.7±2.2 a
20%噻唑锌悬浮剂	400	3 000	19.5±1.4 a	58.5±3.0 a	9.6±1.7 a	55.0±7.8 a
6%中生菌素可溶液剂	1 500	3 000	21.6±4.5 a	54.0±9.5 a	9.1±1.2 a	57.4±5.5 a
2%春雷霉素水剂(华诺艾雷)	600	3 000	20.3±2.5 a	56.8±5.4 a	9.3±1.2 a	56.2±5.5 a
4%春雷霉素水剂	1 200	3 000	20.0±1.6 a	57.3±3.4 a	8.0±1.2 a	62.4±5.7 a
20%噻菌酮悬浮剂	500	3 000	20.0±2.4 a	57.4±5.1 a	8.5±1.0 a	59.9±4.5 a
空白对照			46.9±4.2 b		21.3±3.6 b	

①表格中的数值均为平均值±标准误, 同列数值后的不同字母表示 Duncan 氏检验差异显著(P<0.05)。

自 1972 年在美国加州地区发现对链霉素产生耐药性的 *E. amylovora* 病菌, 此后陆续在以色列、加拿大等多个地区的果园中都发现了耐药菌。为了缓解耐药性的产生, 人们交替使用药品或者混合搭配使用药品, 并不断开发新试剂。Adaskaveg 等^[17] 试验表明, 春雷霉素和灭瘟素能够有效杀死 *E. amylovora*, 其中, 春雷霉素的杀菌效率与链霉素接近。此外, 从爆发过梨火疫病的果园土壤中或者植物叶片中筛选的可以杀死 *E. amylovora* 的噬菌体也正处于研究阶段。

本试验对张掖市梨火疫病病原菌进行了分离、致病性测定和鉴定, 根据培养性状、形态特征及基因序列分析, 明确张掖市梨火疫病发生, F_2 鉴定为解淀粉欧文氏菌(*Erwinia amylovora*)。与杨金花等^[1]的研究结果一致。经致病性测定, 分离物 F_2 为梨火疫病病原菌。病原菌鉴定为革兰氏染色阴性, 菌落呈半球形隆起, 乳白色, 粘性, 边缘整齐, 表面光滑湿润, 在 28 ℃ 培养 3 d 后菌落直径 3~4 mm, 菌体杆状, 大小为(0.9~1.8) μm × (0.6~1.5) μm , 以单生为主, 有时成双或 3~4 个连成短链状。田间药剂筛选表明, 供试的 8 种药剂以 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液、4% 春雷霉素水剂 1 200 倍液防效较好, 其他药剂防治效果相对略低, 但均在 50% 以上, 其中喷药后 15 d 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液防效最高, 为 61.9%; 喷药后 30 d 4% 春雷霉素水剂 1 200 倍液防效最高, 为 62.4%, 可见 3% 噻霉酮水分散粒剂 1 000 倍液和 4% 春雷霉素水剂 1 200 倍液 2 种药剂均可在生产中推广使用。但由于目前梨火疫病在张掖地区的侵染循环、病原传播路径、除梨树外的寄主还不清楚, 不利于该地区梨火疫病的综合防治措施的提出和实施。因此, 还需要对病原菌侵染循环及综合防治措施等进行进一步研究。

参考文献:

- [1] 杨金花, 徐叶挺, 张校立. 梨火疫病研究进展[J]. 分子植物育种, 2022, 20(3): 1003-1013.
- [2] 羊 坚. 库尔勒香梨授粉花粉保存、梨火疫病菌检测及无人机授粉花粉液参数组合优选[D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2021.
- [3] 董 欢. 梨火疫病检测技术与推广应用[J]. 农业工程技术, 2021, 41(8): 47-48.
- [4] 卢 玲. 梨火疫病菌的分子检测技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
- [5] 宋单波, 张国新, 王 权, 等. 巴旦木细菌性穿孔病菌的生物学特性及抑菌药剂筛选[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(6): 1515-1522.
- [6] 陈晓晓, 艾尼赛·赛米, 栗神强, 等. 梨火疫病病原菌的分离鉴定及室内抑菌药剂筛选[J]. 西北农业学报, 2023, 32(3): 468-478.
- [7] 张翠文, 魏立娟, 杨成德. 甘肃省辣椒炭疽病菌的分离鉴定及生物学特性[J]. 西北农业学报, 2023, 32(10): 1627-1636.
- [8] 王 丽, 侯 琰, 朱佳红, 等. 苹果轮纹病菌对吡唑醚菌酯的敏感性及其 *Cytb* 基因序列分析[J]. 植物保护, 2023, 49(4): 178-184.
- [9] 杨学宇, 谭 琳, 张玉丹, 等. 茶轮斑病病原菌的分离鉴定及其拮抗菌筛选[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(2): 195-200.
- [10] 唐琪琦, 李金帅, 邱 帅, 等. 绣球花型全基因组关联分析[J]. 植物遗传资源学报, 2023, 24(4): 1174-1185.
- [11] 何树文, 魏兴颖, 许永锋, 等. 甘肃省甘蓝黑腐病的病原分离及鉴定[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(8): 779-784.
- [12] 李小兰, 郝兰兰, 张 帆, 等. 桃 *Pp4CL2* 基因的克隆及抗寒功能验证[J]. 西北植物学报, 2022, 42(12): 1981-1990.
- [13] 黄 瑾, 曹世勤, 孙振宇, 等. 甘肃省小麦品种叶锈病抗性鉴定及评价[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(10): 941-946.
- [14] 鲁妍璇, 曹 毅, 李博雅, 等. 利迪链霉菌 K2 对灰霉病菌的抑菌效果及抑菌物质鉴定[J]. 微生物学报, 2023, 63(5): 1991-2006.
- [15] 刘朋飞, 王 岩, 王泓力, 等. 6 种杀菌剂对梨火疫病菌的室内毒力测定和混配试验[J]. 植物保护, 2022, 48(6): 98-104.
- [16] GUSBERTI M, KLEMM U, MEIER M S, et al. Fire blight control: The struggle goes on. A comparison of different fire blight control methods in Switzerland with respect to biosafety, efficacy and durability[J]. International journal of environmental research and public health, 2015, 12(9): 11422-11447.
- [17] ADASKAVEG J E, FÖRSTER H, WADE M L. Effectiveness of kasugamycin against *Erwinia amylovora* and its potential use for managing fire blight of pear[J]. Plant disease, 2011, 95(4): 448-454.