

起垄与药剂组合对樱花根癌病防效及生长的影响

罗贵斌¹, 张建军¹, 陈晓东², 段均团¹

(1. 汉中职业技术学院 农林科学与技术系, 陕西 汉中 723000; 2. 陕西省南郑县圣水林业站, 陕西 汉中 723001)

摘要:以1年生日本晚樱嫁接苗为试材, 采用起垄与药剂组合处理, 进行壤质土壤轮作和砂质土壤连作苗圃试验, 研究起垄与药剂组合措施对樱花根癌病防效及生长的影响, 以改善樱花根癌病的防治方法并提高其防效。结果表明: 在壤质轮作条件下, 苗木发病率较低, 起垄药剂各组合措施以及平畦1:100倍波尔多液蘸根、撒施硫磺粉+(1:100倍)波尔多液蘸根、2倍K84菌剂蘸根后栽植措施均比平畦蘸清水栽植能极显著降低其感病指数及发病率($P < 0.01$); 在砂质连作条件下, 除平畦诺氟沙星药剂处理外, 其余措施至少显著降低了其感病指数及发病率($P < 0.05$), 且起垄药剂组合的发病率显著低于平畦药剂处理, 其中2倍K84菌剂组合的发病率最低。2倍K84菌剂与起垄组合措施有利于促进根冠直径的生长、2 mm以上粗根数量及枝条数量的增加; 但药剂处理及其与起垄组合对樱花底径的生长无显著影响。

关键词: 樱花; 根癌病; 起垄; 药剂; 防效; 生长

中图分类号: S 436.8⁺5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)03-0121-06

樱花根癌病是樱花苗木生产中的一种主要病害, 该病害是由土壤中的根癌土壤杆菌(*Agrobacterium tumefaciens*)通过植物根或茎的伤口入侵后引起的一种土传细菌性病害^[1], 根癌病原菌在土壤中含丰富, 并在感病寄主肿瘤表面或土壤中存活并越冬。樱花感染此病后在苗木的根茎部及部分根上形成大小不一的瘤体, 感病树势衰弱, 生长缓慢, 寿命缩短, 严重影响苗木的质量和观赏效果, 严重者甚至造成苗木死亡, 造成巨大的经济损失。目前, 根癌病的防治研究在樱桃、猕猴桃、葡萄、月季等^[2-6]植物中已经取得了不同进展, 其中, 在樱桃根癌病原菌的分离鉴定^[7]、樱桃砧木的抗性及其生长影响研究方面^[8-9]已较为深入。关于樱花根癌病的研究, 何月秋等^[10]采取了药剂防治试验, 并取得了一定效果。许晓波等^[11]对发病规律及防治措施进行了探讨, 总结出影响根癌病发生的主要因子为土壤、气候及栽培管理措施等, 其中土壤质地、温湿度及土壤pH影响尤为突出。在实践应用中对樱花根癌病采取单一防治措

施难以取得满意的效果。梁双林等^[12]对毛白杨根癌病的发生规律进行研究后发现, 土壤湿度与发病率关系十分密切, 在其它条件相同的情况下, 土壤湿度大者比湿度小的发病率高, 因此, 采取降低湿度的起垄措施加上药剂组合的综合防治成为提高根癌病防效的可能, 在此方面关于樱花根癌病的试验研究报道较少。为此, 该试验以日本晚樱(*Cerasus serrulata* var. *lannesiana*)为试材, 采取土壤起垄与药剂防治组合措施, 探索樱花根癌病的有效防治途径并提高其防效, 以期防治根癌病提供理论参考和实践指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

2处试验点分别在陕西省南郑县圣水林业站苗圃和汉台区铺镇杨庵村张定华苗圃, 地处汉中盆地中央汉江河道两侧, 位于东经107°02', 北纬33°04', 属北亚热带气候, 年均气温14.5℃, 年均无霜期234 d, 年平均日照时数1 478.4 h, 年降水量800~1 000 mm。圣水林业站苗圃土壤质地为壤土, 前茬苗木为白玉兰、小蜡等, 张定华苗圃土壤质地为砂质土, 前茬苗木为樱花, 且该地块有樱花根癌病的发生史。

1.2 试验材料

供试材料选用来源于当地苗农自行培育长势一致的1年生无感病樱花嫁接苗, 嫁接苗砧木为山樱

第一作者简介: 罗贵斌(1966-), 男, 陕西宁强人, 硕士, 副教授, 研究方向为观赏植物栽培与园林规划设计。E-mail: lgbin0105@163.com.

基金项目: 汉中市科技计划资助项目(2014ZKC48-02)。

收稿日期: 2016-09-26

桃(*Prunus serrulata* Lindl), 苗木平均高 1.8 m, 平均底径 0.9 cm, 裸根。

诺氟沙星为广西神达工贸有限公司神达兽药厂出品的每袋 50 g 装的兽用可溶性粉剂, 每袋兑水 10 kg 稀释成 200 倍液; K84 生物菌剂为中国农业大学生产, 通过网络购买, 每袋 1 kg 装, 加水 2 kg 配成 2 倍的菌液。

1.3 试验方法

2 处试验点除南郑圣水林业站采用壤质轮作、张定华苗圃采用砂质连作外, 其它试验设计相同。试验设土壤起垄控湿和平畦 2 种整地方式, 起垄高 30 cm, 宽 40 cm, 设 2 个对照试验, 分别为平畦蘸清水栽植对照(CK₁)及起垄蘸清水栽植对照(CK₂)。2 种整地方式与药剂组合处理分别设 T₁、T₂、T₃、T₄、T₅, 为平畦与不同药剂的组合; T₆、T₇、T₈、T₉、T₁₀ 为起垄与不同药剂的组合。具体为 T₁、T₆ 栽植前定植穴撒施硫磺粉, 硫磺粉用量为 500 g·m⁻²; T₂、T₇ 苗木用 1:100 倍波尔多液蘸根后栽植; T₃、T₈ 定植穴撒施硫磺粉+(1:100 倍)波尔多液蘸根后栽植, 硫磺粉用量为 500 g·m⁻²; T₄、T₉ 苗木用诺氟沙星液蘸根后栽植, T₅、T₁₀ 苗木用 2 倍 K84 菌液蘸根后栽植。各处理随机区组设计, 每处理 15 株, 3 次重复。栽植前统一修剪根系, 苗木定植后按 1.5 m 高度统一定干, 并加强定植后苗木的日常管理。

1.4 项目测定

1.4.1 防治效果调查 苗木试验于 2015 年 3 月 14 日在 2 处试验点分别进行, 经过一个生长季后, 2015 年 11 月 21 日对苗木进行了防治效果调查。主要调查苗木感病率和根瘤瘤数量, 用游标卡尺(精度 0.01 cm)测量根瘤直径和苗木底径, 用钢卷尺(精度 0.1 cm)测量各处理的苗木根系和地上部的枝条生长量。由于根瘤主要在根颈处形成, 因此, 主要调查苗木根颈处以下 10 cm 范围内的病瘤生长情况, 同时对根系中感染病瘤情况进行调查测定。1 年生苗木栽植一个生长周期后, 一些处理苗木的主根和侧根上有根瘤生出, 在根颈处以下感病苗木出现不同程度的异常小瘤状凸起, 瘤体表面近褐色, 明显区别于周围的正常表皮组织, 且一般在根干的伤口处多发。感病率(%)=感病株数/定植株数×100。感病指数计算方法^[6]: 测量的根瘤直径取各重复的平均值进行统计分析, 用每株感病苗木根瘤个数与相应根瘤直径乘积之和作为分级标准(表 1), 计算各处理的感病指数。根瘤直径=(横径+纵径)/2, 感病指数=Σ[(病级株数×对应病级代表值)/(株数总

表 1 樱花根癌病的分级标准

Table 1 Grading standard of *Agrobacterium tumefaciens* of *Cerasus yedoensis*

病级	根瘤瘤个数×直径	代表值
Infection grade	Number of root nodule×Diameter/cm	Representative value
I	0	0
II	0.3~1.0	1
III	1.1~1.5	2
IV	1.6~2.0	3
V	2.0 以上	4

和×最高分级代表值)×100。

1.4.2 根系生长指标测定 主要测定根冠直径和 2 mm 以上的粗根数量, 取各重复的算术平均数进行统计分析。

1.4.3 地上部分生长指标的测定 对不同处理的枝条长度及数量进行测定, 同时测量苗木底径, 结果取各重复的算术平均数进行统计分析。

1.5 数据分析

试验数据采用 DPS 9.50 软件进行方差分析, 对差异显著者用 Duncan's 新复极差法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同防治组合对樱花根癌病发生的影响

由表 2 可知, 对于壤质轮作和砂质连作 2 种方式, 在其它栽培及田间管理措施相同的条件下, 与平畦蘸清水栽植(CK₁)及起垄蘸清水栽植(CK₂)相比, 采用平畦与起垄药剂组合措施对樱花根癌病感病指数及发病率均有不同程度的影响。

在壤质轮作条件下, 对感病指数和发病率 2 个指标, 平畦药剂处理中 T₂、T₃、T₅ 及起垄药剂组合各处理感病指数及发病率均为 0。与对照 CK₁ 相比, 除 T₁ 处理极显著增加外, 其余各处理均极显著降低, 且 T₁、T₄ 处理与其它处理之间存在极显著差异; 与对照 CK₂ 相比, 除 T₁、T₄ 处理极显著增加外其余各处理均无显著差异, 但 T₁、T₄ 处理与其它处理之间存在极显著差异。由此看出, 在壤质轮作条件下, 苗木整体感病程度较轻。在平畦药剂处理中, 除平畦诺氟沙星药剂处理外, 其余平畦药剂措施比平畦蘸清水栽植能极显著降低其感病指数及发病率; 平畦撒施硫磺粉、平畦诺氟沙星药剂蘸根处理的感病指数及发病率极显著高于起垄蘸清水栽植, 其余平畦药剂措施与起垄蘸清水栽植之间差异不显著。起垄药剂各组合措施均比平畦蘸清水栽植能极显著降低其感病指数及发病率, 但与起垄蘸清水栽植差异不显著。

表 2 不同防治组合对樱花根癌病发生的影响

Table 2 Effects of different combination of prevention and treatment of *Agrobacterium tumefaciens* of *Cerasus yedoensis*

土壤质地及耕作措施	处理	各病级代表值对应株数 Number of seedlings at different infection grades					感病指数	发病率
Soil texture and cultivation	Treatment	I	II	III	IV	V	Infection index	Infection rate/%
壤质轮作 Loamy soil/Rotation	CK ₁	43	1	0	1	0	2.22Bb	4.4Bb
	CK ₂	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₁	44	0	1	0	0	1.11Cc	2.2Cc
	T ₂	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₃	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₄	42	0	2	1	0	3.89Aa	6.7Aa
	T ₅	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₆	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₇	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₈	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
砂质连作 Sandy soil/Constant cultivation	T ₉	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	T ₁₀	45	0	0	0	0	0.00Dd	0.0Dd
	CK ₁	34	8	1	2	0	8.89ABab	24.4Aa
	CK ₂	38	3	1	2	1	8.33ABab	15.6BCc
	T ₁	37	6	1	1	0	6.11BCDcd	17.8Bb
	T ₂	41	1	2	0	1	5.00CDd	8.9EFf
	T ₃	40	3	1	1	0	4.44DEd	11.1DEe
	T ₄	33	7	3	2	0	10.56Aa	26.7Aa
	T ₅	42	2	1	0	0	2.22Fe	6.7Fg
	T ₆	39	4	0	2	0	5.56CDcd	13.3CDd
	T ₇	42	1	2	0	0	2.78EFe	6.8Fg
	T ₈	41	1	2	1	0	4.43DEd	8.8EFf
	T ₉	39	1	3	2	0	7.22BCbc	13.4CDd
	T ₁₀	44	0	0	1	0	1.67Fe	2.2Gh

注:同列数据后不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: Different capital letters show extremely significant difference ($P<0.01$), and lowercase letters show significant difference ($P<0.05$). The same below.

表 2 还表明,在砂质连作条件下,对于感病指数,与对照 CK₁、CK₂ 相比,除 T₄ 处理增加不显著、T₉ 处理降低不显著外,其余各处理均至少显著降低其感病指数。平畦药剂组合处理中,感病指数 T₅<T₃<T₂<T₁<CK₁<T₄,起垄药剂组合处理中,T₁₀<T₇<T₈<T₆<T₉<CK₂,且平畦药剂组合与起垄药剂组合相比,感病指数在 T₂ 与 T₇、T₄ 与 T₉ 处理之间存在极显著差异,且 T₂>T₇、T₄>T₉,其余 T₁ 与 T₆、T₃ 与 T₈、T₅ 与 T₁₀ 处理之间差异不显著,但起垄药剂组合的感病指数均小于平畦药剂处理。说明在砂质连作条件下,除诺氟沙星药剂组合外其余措施均至少有利于显著降低其感病指数,且起垄药剂组合的感病指数均小于平畦药剂处理。

砂质连作条件下,对于发病率,与对照 CK₁、CK₂ 相比,除 T₄ 处理增加不显著外,其余各处理均至少显著降低了其发病率。平畦药剂组合各处理中,发病率 T₅<T₂<T₃<T₁<CK₁<T₄,起垄药剂组合各处理中,T₁₀<T₇<T₈<T₆<T₉<CK₂,发病率在 T₁ 与 T₆、T₄ 与 T₉、T₅ 与 T₁₀ 处理之间存在极显著差异,且 T₁>T₆、T₄>T₉、T₅>T₁₀,在 T₂ 与 T₇、T₃ 与 T₈ 处理之间存在显著差异,且 T₂>T₇、T₃>T₈。说

明在砂质连作条件下,除平畦诺氟沙星药剂组合外,其余措施至少显著降低了其发病率,起垄药剂组合的发病率显著低于平畦药剂处理,起垄 K84 菌剂组合的发病率最低。

综上所述,在壤质轮作条件下,苗木发病率较低。在该条件下起垄药剂各组合措施以及平畦 1:100 倍波尔多液蘸根、撒施硫磺粉+(1:100 倍)波尔多液蘸根、2 倍 K84 菌剂蘸根后栽植措施均比平畦蘸清水栽植能极显著降低其感病指数及发病率。在砂质连作条件下,除平畦诺氟沙星药剂组合外,其余措施至少显著降低了其感病指数及发病率,起垄药剂组合的发病率显著低于平畦药剂处理,其中 K84 菌剂组合的防治效果最好。

2.2 不同防治组合对樱花生长的影响

由表 3 可知,在壤质轮作条件下,对于根冠直径,与 CK₁ 相比,T₂、T₅、T₇、T₁₀ 处理极显著增加,与 CK₂ 相比,T₇ 处理显著增加、T₁₀ 处理极显著增加。说明在壤质轮作条件下,用 1:100 倍波尔多液蘸根后栽植与 K84 菌剂处理以及以上各措施与起垄组合均能极显著促进根冠直径的生长,其中 K84 菌剂组合的效果最好,其次为波尔多液蘸根组合处理。

表 3

不同防治组合对樱花生长的影响

Table 3 Effects of different combination of control and treatment on the growth of *Cerasus yedoensis*

土壤质地及耕作措施	处理	根冠直径	2 mm 以上粗根数 Number	平均枝长	平均枝条数	底径
Soil texture and cultivation	Treatment	Root tip diameter/cm	of roots diameter above 2 mm	Mean branch length/cm	Number of branches	Ground diameter/cm
壤质轮作 Loamy soil/ Rotation	CK ₁	37.2Df	6.3Gf	83.4Ab	6.5Ef	1.61Ac
	CK ₂	39.6BCDode	8.0EFe	88.1Aab	7.4De	1.77Aabc
	T ₁	39.5BCDodef	6.5Gf	83.7Ab	6.8Ef	1.64Abc
	T ₂	40.6BCbed	9.2DEcd	84.7Aab	8.1ABab	1.76Aabc
	T ₃	38.1CDef	8.4DEFde	85.3Aab	7.9ABCbed	1.73Aabc
	T ₄	38.7CDdef	7.5Fe	83.2Ab	7.7BCDede	1.70Aabc
	T ₅	41.3BCbc	10.7BCb	85.1Aab	8.0ABCabc	1.72Aabc
	T ₆	39.3BCDodef	8.2EFe	87.5Aab	7.6CDde	1.73Aabc
	T ₇	42.2ABb	11.0Bb	89.4Aa	8.2Aab	1.80Aab
	T ₈	39.7BCDode	10.7BCb	88.7Aab	8.1ABab	1.81Aa
砂质连作 Sandy soil/Constant cultivation	T ₉	40.1BCDbede	9.5CDc	87.8Aab	8.3Aa	1.74Aabc
	T ₁₀	44.6Aa	12.6Aa	90.1Aa	8.2Aab	1.83Aa
	CK ₁	27.4De	4.1Ce	56.4Ccd	6.1DEef	1.57Aa
	CK ₂	25.2Df	4.7BCde	61.3Bb	6.4Dd	1.64Aa
	T ₁	35.3Bc	4.8BCcd	55.8Cd	6.0Ef	1.59Aa
	T ₂	37.4ABab	6.9Ab	57.3Ccd	6.3DEde	1.63Aa
	T ₃	36.5ABbc	7.2Aab	58.2Cc	6.4Dd	1.67Aa
	T ₄	32.4Cd	5.3Bcd	56.9Ccd	6.1DEef	1.56Aa
	T ₅	37.7ABab	6.8Ab	57.6Ccd	6.7Cc	1.64Aa
	T ₆	36.8ABabc	5.2Bcd	62.6ABab	6.2DEdef	1.63Aa
	T ₇	37.2ABab	7.4Aab	64.1ABa	6.8Cc	1.67Aa
	T ₈	38.4Aa	7.3Aab	63.8ABa	7.1Bb	1.69Aa
	T ₉	35.3Bc	5.4Bc	63.2ABab	6.3DEde	1.66Aa
	T ₁₀	38.6Aa	7.7Aa	64.5Aa	7.5Aa	1.71Aa

对于 2 mm 以上粗根数量,与 CK₁ 相比,除 T₁ 处理增加不显著外,其余各处理均极显著增加,与 CK₂ 相比,除 T₁ 处理极显著减少、T₃ 和 T₆ 处理增加不显著、T₄ 减少不显著外,其余各处理均至少显著增加,平畦药剂各组合处理 T₅ > T₂ > T₃ > T₄ > CK₁,起垄药剂组合各处理中 T₁₀ > T₇ > T₈ > T₉ > CK₂。说明在壤质轮作条件下,K84 菌剂组合能显著增加粗根数量,其次为波尔多液蘸根组合处理,起垄药剂组合比平畦药剂组合更能促进粗根数量的生长。

对于平均枝长,与 CK₁ 相比,除 T₇、T₁₀ 处理外,其余各处理均影响不显著;对平均底径,与 CK₁ 相比,除 T₇、T₈、T₁₀ 处理外,其余各处理均无显著影响。说明在壤质轮作条件下,平畦药剂处理与起垄药剂组合对促进枝条长度及底径生长的影响较小。

对于平均枝条数,与 CK₁ 相比,除 T₁ 处理增加不显著外,其余各处理均极显著增加,与 CK₂ 相比,除 T₁ 处理极显著减少、T₄ 和 T₆ 处理增加不显著外,其余各处理均极显著增加,平畦药剂各组合处理中 T₂ > T₅ > T₃ > T₄ > CK₁,起垄药剂组合各处理中 T₉ > T₁₀ = T₇ > T₈ > CK₂。说明在壤质轮作条件下,平畦药剂处理中波尔多液蘸根组合有利于促进

枝条数量的生长,其次为 K84 菌剂组合处理;起垄药剂组合中诺氟沙星药剂组合效果最好,其次为 K84 菌剂组合和波尔多液蘸根组合处理。

由表 3 还可知,在砂质连作条件下,对于根冠直径,与 CK₁、CK₂ 相比,各处理均极显著增加,平畦药剂各组合 T₅ > T₂ > T₃ > T₁ > T₄ > CK₁;起垄药剂组合 T₁₀ > T₈ > T₇ > T₆ > T₉ > CK₂。说明在砂质连作条件下,K84 菌剂组合有利于促进根冠直径的生长。

对 2 mm 以上粗根数量,与 CK₁ 相比,各处理均至少显著增加,与 CK₂ 相比,除 T₁、T₄、T₆、T₉ 处理增加不显著外,其余各处理均至少显著增加,平畦药剂各组合 T₃ > T₂ > T₅ > T₄ > T₁ > CK₁;起垄药剂组合 T₁₀ > T₇ > T₈ > CK₂,T₅ 与 T₁₀ 处理存在显著差异,且 T₁₀ > T₅。说明在砂质连作条件下,平畦药剂组合能显著促进粗根数量的生长,其中撒施硫磺粉 + (1 : 100 倍)波尔多液蘸根组合的效果最好。起垄药剂组合中,除撒施硫磺粉和诺氟沙星药剂组合处理外,其余处理均能显著促进粗根数量的生长,其中以 K84 菌剂组合的效果最佳。起垄 K84 菌剂组合比平畦 K84 菌剂组合能显著促进粗根数量的生长。

对于平均枝长,与 CK₁ 相比,T₆、T₇、T₈、T₉、T₁₀ 处理均极显著增加,与 CK₂ 相比,起垄药剂组合中

T_7 、 T_8 处理显著增加, T_{10} 处理极显著增加。说明在砂质连作条件下, 平畦药剂组合各处理对枝条长度生长的影响不显著; 起垄药剂组合中除撒施硫磺粉药剂组合和诺氟沙星药剂组合外, 其余药剂组合处理均能显著促进枝条长度的生长, K84 菌剂组合促进枝条长度生长的效果最好。

对于平均底径, 与 CK_1 、 CK_2 相比, 各处理均影响不显著, 说明在砂质连作条件下, 起垄药剂组合与平畦药剂组合对苗木底径生长的影响不显著。

对于平均枝条数, 与 CK_1 相比, T_3 、 T_5 、 T_7 、 T_8 、 T_{10} 处理均至少显著增加, 与 CK_2 相比, T_5 、 T_7 、 T_8 、 T_{10} 处理均极显著增加, 起垄药剂组合 $T_{10} > T_8 > T_7 > CK_2$, 说明在砂质连作条件下, K84 菌剂组合能有效促进枝条数量的增加。

综上所述, 在壤质轮作与砂质连作条件下, 与对照(CK_1)蘸清水栽植及对照(CK_2)起垄蘸清水栽植相比, K84 菌剂及其与起垄组合措施有利于促进根冠直径的生长、2 mm 以上粗根数量及枝条数量的增加; 但药剂处理及其与起垄组合对樱花底径的生长无显著影响。

3 结论与讨论

根癌病是由根癌土壤杆菌侵染引起的。根癌土壤杆菌侵染植物组织细胞后, 使细胞分裂失控, 过度生长形成瘤状异常组织, 而且根癌病的发生与植物本身的抗性、土壤环境因子等密切相关, 因此, 根癌病难以用外用药物进行治疗。但尽管如此, 一些植物根癌病的药剂防治试验仍然取得了一定的效果, 侯纪展等^[13]对大樱桃根癌病切除瘤后涂抹 10 倍 10% 杀菌优水剂 + 800 倍农药渗透剂和 50 倍 K84 生物菌液, 治愈率分别达到 97% 和 95%, 其余药剂如硫酸铜溶液、农用链霉素等效果较差。李淑平等^[14]对无感病的 1 年生樱桃健康苗木采用药剂试验的结果表明, 根瘤宁 3 号、10% 杀菌优和农用链霉素蘸根处理, 能显著降低樱桃根癌病的发生。该研究表明, 在壤质轮作与砂质连作条件下, 除诺氟沙星药剂措施效果不明显外, 土壤撒施硫磺粉、1:100 倍波尔多液蘸根后栽植、撒施硫磺粉 + (1:100 倍) 波尔多液蘸根后栽植、2 倍 K84 菌剂蘸根后栽植等平畦药剂处理措施以及起垄与这几种药剂组合各措施均至少有利于显著降低樱花根癌病感病指数及发病率。

樱花根癌病害的发生与土壤温度、湿度及酸碱度密切相关。詹国辉等^[15]的研究表明, 22℃ 左右的土壤温度和 60% 的土壤湿度最适合病菌的侵入和瘤的形成, 而且发病率随土壤湿度升高而增加。田间

试验调查也表明, 根癌病在土壤粘重、排水不良的苗圃中发病较重, 因此, 采取起垄控湿降低苗木根系生长处一定范围的土壤湿度, 保证苗圃地排水良好是防治根癌病的有效耕作措施。权学利等^[16]采用高垄栽培试验研究猕猴桃烂根病的防治, 其结果表明高垄栽培能减少猕猴桃烂根病发生。赵贵元等^[17]对垄作和平作 2 种植方式的芝麻进行湿害处理试验, 研究结果表明, 垄作比平作能有效减轻湿害造成的芝麻萎蔫、倒伏、叶枯病和茎点枯病的发生。该研究结果表明, 起垄药剂组合的发病率小于对应的平畦药剂处理, 这与权学利等^[16]的试验研究结论有一定的相似性。

K84 生物菌剂是 KERR^[18]从桃树根癌病株旁的土壤中筛选出的放射性土壤杆菌, 能抑制根癌土壤杆菌生长, 其研究发现 K84 菌株可以有效地防治核果类果树和玫瑰根癌病发生。在 K84 发现以后, 很多研究者将 K84 用于根癌病的防治, 并取得了良好效果。王慧敏等^[19]用 K84 防治桃根癌病的试验研究表明, K84 对核果类根癌病有很好的防治作用, 特别是对未感病的植株防效更好, 在与病菌 1:1 混合的情况下, 防效可达 96%~100%, 且苗龄越小防效越好, 并由此推断 K84 在重茬的苗床上和重茬土壤上的应用是很有前途的。赵国会^[20]在用 K84 菌剂预防桃根癌病中也取得了显著的实践效果。张洪胜等^[21]用 K84 防治大樱桃根癌病的试验结果表明, 对尚未发病的幼苗, 用 K84 菌剂处理后, 防效可达 100%, 清水对照发病率 5%~10%, 试验结果还表明, K84 处理比清水对照株高增加 92%, 茎粗增加 5%, 且苗木须根发达。该研究结果表明, 壤质轮作与砂质连作 2 种条件下, K84 菌剂较其它药剂处理措施表现出良好的防治效果, K84 菌剂及其与起垄组合措施有利于促进根冠直径的生长、2 mm 以上粗根数量及枝条数量的增加, 说明 K84 菌剂不仅具有良好的防治效果, 而且对植株生长具有促进作用, 这与张洪胜等^[21]的研究结论较为一致。该研究还表明, K84 菌剂与起垄组合使用时防治效果最好, 说明起垄与 K84 菌剂的协同作用更有利于樱花根癌病的防治, 但协同作用的防病机制还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 倪大伟, 沈杰, 张炳欣. 日本樱花根癌病病原菌的鉴定及其防治[J]. 微生物学通报, 1999, 26(1): 11-14.
- [2] 陶玉华. 植物根癌病防治研究进展[J]. 广西植保, 2004, 17(2): 25-27.
- [3] 付丽, 范昆, 曲健禄, 等. 樱桃根癌病的研究进展[J]. 落叶果树, 2015, 47(2): 19-21.

- [4] 韩新才,李道明,黄志农,等. 50%氯溴异氰尿酸防治月季根癌病[J]. 植物保护,2004,30(1):82-84.
- [5] 张洁. 葡萄根癌病原菌传播及防治措施研究[D]. 保定:河北农业大学,2013.
- [6] 宋晓斌,张学武,马松涛. 猕猴桃根癌病病原与发病规律研究[J]. 林业科学研究,2002,15(5):599-603.
- [7] 冯瑛,蔡宇良,宛甜,等. 樱桃冠瘛病病原的分离与鉴定[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(10):165-171.
- [8] 高东升,王海波,李宪利,等. 根癌病对几种樱桃砧木生长发育及氮、磷分配的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(4):489-494.
- [9] 赵亚楠,文晓鹏. 樱桃砧木实生苗对根癌菌侵染的抗性及其生理响应[J]. 西北植物学报,2012,32(7):1390-1394.
- [10] 何月秋,池树友,赵宝安,等. 溴甲烷土壤熏蒸+药物浸根处理防治樱花冠瘛病[J]. 浙江林业科技,2011,31(6):60-62.
- [11] 许晓波,马玉,王燕. 樱花根癌病发生规律和控制措施初报[C]//北京奥运和城市园林绿化建设论文集. 北京,2002:155-159.
- [12] 梁双林,尹淑芬,周润林. 毛白杨根癌病发生与防治的探讨[J]. 华北农学报,1982(3):75-76.
- [13] 侯纪展,王钦伦,田宝江,等. 大樱桃根癌病的发生与防治试验[J]. 北方果树,2006(2):11-12.
- [14] 李淑平,张福兴,刘美英,等. 樱桃根癌病防治试验[J]. 烟台果树,2013(2):7-9.
- [15] 詹国辉,樊新华,吴新华. 樱花根癌病的入侵机制与检疫管理对策[C]//外来有害生物检疫及防除技术学术研讨会论文汇编. 北京,2005:111-114.
- [16] 权学利,冯斌,王伟晓. 高垄栽培对猕猴桃烂根病的防治效果[J]. 果农之友,2010(9):9.
- [17] 赵贵元,和剑涵,张秀荣,等. 盛花期湿害胁迫对芝麻2种种植方式影响的研究[J]. 中国农学通报,2011,27(33):48-52.
- [18] KERR A. Biological of crown gall through production of agrocin 84[J]. Plant Disease,1980,64(1):25-30.
- [19] 王慧敏,梁亚杰,吴印清,等. K84 防治桃根癌病田间试验初报[J]. 植物病理学报,1990(1):20.
- [20] 赵国会. K84 菌剂预防桃根癌病显奇效[J]. 北方果树,2016(5):44.
- [21] 张洪胜,邹建清,于永理,等. 大樱桃根癌病生物防治研究简报[J]. 烟台果树,1997(3):24-25.

Effect of Ridging Plus Pesticide Use on *Agrobacterium tumefaciens* Infecting and Growth of *Cerasus yedoensis*

LUO Guibin¹, ZHANG Jianjun¹, CHEN Xiaodong², DUAN Juntuan¹

(1. Department of Agriculture and Forestry Science and Technology, Hanzhong Vocational and Technical College, Hanzhong, Shaanxi 723000; 2. Shengshui Forestry Station in Nanzheng County of Shaanxi Province, Hanzhong, Shaanxi 723001)

Abstract: To prevent and control the infection of *Agrobacterium tumefaciens*, grafted *Cerasus serrulata* var. *lannesiana* seedlings of 1 year old were experimented with the methods of ridging plus pesticide use under the condition of loamy rotation and constant cultivation in sandy soil in the nursery. The results showed that seedling disease incidence rate was low under the condition of loamy rotation, in comparison dipping with just water before cultivation, the disease index and incidence of the disease were significantly decreased ($P < 0.01$) by every ridging plus pesticides and normal culture plus the pesticides use bordeaux mixture for root dipping before cultivation, mixed use of sulfur powder with bordeaux, and use of 2 times of K84 for root dipping before cultivation; under the condition of constant cultivation in sandy soil in the nursery, the pesticides use except norfloxacin, the disease index and incidence of the disease were significantly decreased ($P < 0.05$) by other measures, the infection rate by the method of ridging plus pesticides was lower than leveling row plus pesticides use, and the lowest incidence was obtained by using K84. Use of K84 plus ridging could improve the root growth and number of roots with diameter 2 mm above and the branches increased most. Use of pesticides plus ridging had no significant effect on the ground diameter of *Cerasus yedoensis* seedlings.

Keywords: *Cerasus yedoensis*; *Agrobacterium tumefaciens*; ridging; pesticides; prevention and control; growth