

苹果根区土壤镰刀菌对再植砧木苗生长的影响

张志敏¹, 赵政阳^{1*}, 樊红科¹, 张小猜¹, 李晓明²

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 对渭北旱地苹果园中果树根区水平方向 0~200 cm、垂直方向 0~80 cm 范围内土壤中镰刀菌数量的变化进行了采集研究分析, 并结合盆栽砧木苗试验, 观测不同根区土壤再植砧木生长发育状况。结果表明, 镰刀菌数量随着离树干距离增加逐渐减少, 而根区 40~60 cm 土层内镰刀菌的数量最多; 重茬土中镰刀菌的数量明显高于大田, 在重茬土中的砧木苗长势相对大田的弱, 表现出重茬障碍的症状; 镰刀菌数量多的根区盆栽砧木苗生长发育差, 通过相关性分析可知, 镰刀菌数量与再植砧木的生长发育存在一定的相关性。

关键词: 苹果; 根区; 再植障碍; 镰刀菌

中图分类号: S661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)02-0204-04

苹果再植病(apple replant disease, ARD)是一个复杂的综合病症, 常表现为再植幼树根系坏死、树体生长矮小、产量低、品质差等症状^[1]。ARD 的病因复杂, 不同地区病因不同, 即使同一地区, 主要病因也存在细微差别^[2]。总体上, 引起再植病的原因包括生物因子和非生物因子两方面。生物因子包括真菌、细菌、放线菌、线虫等; 非生物因素包括根系分泌物、土壤营养的不平衡、不良的土壤结构、土壤 pH、灌溉方式、寒冷、干旱胁迫等^[3]。现在普遍认为 ARD 主要是生物因素引起的, 来自土壤的病原体真菌、放线菌和腐生菌等对植物有毒害的微生物是导致苹果再植病的主要因素^[1,2,4]。已报道与苹果再植病有关的病原真菌主要有镰刀菌(*Fusarium spp.*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)等^[5]。有关研究表明镰刀菌也是造成辣椒、黄瓜、大豆等作物重茬障碍的重要病原菌^[6,7]。

渭北黄土高原是我国重要的优质苹果产区。随着果园树龄不断增大, 病害增多, 不少果园面临着更新淘汰, 由于土地资源有限, 今后有一定比例的新建园面临着在老园中再植的问题。本文在前人相关研究的基础上, 通过研究旱地老果园根区土壤镰刀菌数量的空间变化, 并结合盆栽苗试验, 探讨土壤镰刀菌对苹果再植障碍造成的影响, 以期在生产实践提供借鉴。

1 材料和方法

1.1 土样采集地概况

试验地选在陕西省渭北苹果主产区的白水尧

和镇(东经 109°16'~109°45'、北纬 35°4'~35°27'), 该区域昼夜温差 11.8℃~16.6℃, 土层深度 80~200 m, 土壤类型为黄绵土。采样地为 20 a 左右树龄的苹果园, 乔化栽培, 株行距 3 m×4 m, 砧木为新疆野苹果(*Malus sieversii*), 主栽品种为红富士, 采用常规管理。以附近大田地做对照。

1.2 土样采集

2007 年 10 月选 5 个管理情况基本相同的果园, 每个果园随机选取 5 株树, 采用对角线 4 点取样法。从果树根基部水平方向上按 0~50、50~100、100~150、150~200 cm 划为 4 区段, 垂直方向上按 0~20、20~40、40~60、60~80 cm 划为 4 区段, 每株果树根区土壤分为 16 个小区。将表层 5 cm 上的土铲去, 按照试验设计取样, 最后把相同小区的土样混合均匀, 并进行标记。从 16 份土样中分别取出 1 kg 左右的土装入保鲜袋内, 立即带回实验室放在冰箱内, 用于真菌及镰刀菌的测定。剩下的土样装入瓦盆用于盆栽试验。

1.3 盆栽试验

选用富平楸子(*Malus prunifolia* Boukh)作为盆栽砧木苗。种子沙藏后, 2008 年 3 月 1 日进行大棚营养钵育苗, 4 月中旬待长至三叶期时, 选大小一致的砧木苗移栽入盆。试验用盆大小为 35 cm×22 cm, 把盆埋入地下, 盆口离地面 10 cm 左右, 四周用土填实, 每个处理重复 3 盆。

1.4 测定内容与方法

镰刀菌: 用 PDA 培养基, 平板涂抹法^[8]测定其

收稿日期: 2008-09-20

基金项目: 陕西省“13115”重大科技专项(2007ZDKG-08)

作者简介: 张志敏(1981-), 女, 河南周口人, 硕士研究生, 主要从事果树生理学研究。E-mail: zhangzhimin-013@163.com。

通讯作者: 赵政阳(1964-), 男, 陕西富平人, 教授, 博士生导师, 主要从事果树育种、栽培和生产的科研教学工作。E-mail: zhaozy@

数量。土壤浓度稀释为 10^{-1} , 然后取土壤溶液 0.02 ml 涂抹于 PDA 平板上, 每个处理重复 3 皿, 放在 28°C 下培养。3 d 后统计菌落数, 根据公式计算出真菌的数量^[8]。然后进行分离纯化, 对纯化菌在显微镜下观察, 根据菌落、菌丝、孢子、产孢结构以及色素等特征进行鉴定^[9,10], 并统计出镰刀菌的数量。

10 月 17 日盆栽苗基本停止生长后测定相关指标。根系活力用 TTC 法^[11]测定。叶面积用 SHY-150 叶面积仪测定, 在植株的上部、中部和下部各选 2 片叶, 然后取其平均值, 每株植株所选叶片的方位相同。株高用卷尺从砧木基部测量。茎粗用游标卡尺测量砧木基部。根重用 XP504 分析天平直接称量。

1.5 数据处理

镰刀菌所占比率: $C=(A/B)\times 100\%$; C 为镰刀菌所占比率, A 为重茬土中镰刀菌的数量, B 为重茬土中各个根区真菌的平均数。

实验数据用 SAS 数据处理软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 苹果园根区土壤真菌及镰刀菌数量的空间分布变化

由表 1 可以看出, 在水平方向上, 果树根区土壤中镰刀菌与真菌数量的变化趋势一致。在距树干基部 50~100 cm 区域内, 真菌、镰刀菌的数量最多, 镰刀菌占真菌的比率最高, 其次是 0~50 cm 区域内; 150~200 cm 区域内, 随距树干基部距离增加, 真菌、镰刀菌的数量减少, 镰刀菌所占的比率也较低。

表 1 苹果根区土壤中镰刀菌数量的水平变化
Table 1 Chang of Fusarium quantity in root-zone of apple tree on horizontal direction

水平方向 Horizontal direction (cm)	真菌 Fungi (10^3cfu/g)	镰刀菌 Fusarium (10^3cfu/g)	镰刀菌所占比率 Rate of Fusarium (%)
0~50	2.76	0.67	25.11
50~100	3.67	0.87	32.61
100~150	2.16	0.24	8.90
150~200	2.08	0.12	4.49

由表 2 可知, 在垂直方向上果树根区土壤中真菌、镰刀菌的数量变化趋势不一致。真菌在 20~40 cm 土层范围数量最多, 而镰刀菌在 40~60 cm 土层内最多, 所占真菌的比率也最大。在 0~60 cm 土层范围内, 随土层深度增加, 镰刀菌的数量呈增加趋势, 镰刀菌所占真菌的比率也逐渐增加; 60~80 cm 土层, 镰刀菌的数量明显降低, 所占真菌的比率也显

著下降。

表 2 苹果根区土壤中镰刀菌数量的垂直变化
Table 2 Chang of Fusarium quantity in root-zone of apple tree on vertical direction

垂直方向 Vertical direction (cm)	真菌 Fungi (10^3cfu/g)	镰刀菌 Fusarium (10^3cfu/g)	镰刀菌所占比率 Rate of Fusarium (%)
0~20	3.20	0.25	13.48
20~40	2.43	0.41	22.10
40~60	1.42	0.89	47.97
60~80	0.37	0.09	4.85

总的来看, 距树干基部 50~100 cm、40~60 cm 土层范围内镰刀菌的数量最多。据本试验的根系调查, 渭北旱地苹果园的果树根系主要集中在距树干 0~100 cm 范围内、40~60 cm 的土层中。这也表明, 镰刀菌的数量变化与根系的主要分布区域密切相关, 因为植株长期生长在同一条件下在根系的代谢过程中必然会造成有益微生物消弱, 有害微生物增加^[12]。

2.2 果园重茬土与大田生茬土中镰刀菌数量的比较

由图 1、图 2 可知, 苹果园土壤中镰刀菌的数量明显比大田土中的多。在 0~80 cm 土层范围内, 距树干 0~150 cm 区域内果园重茬土中镰刀菌的数量显著高于大田土壤, 而 150~200 cm 区域内, 果园土壤中镰刀菌的数量与大田土壤相近。在距树干 0~200 cm 范围内, 0~80 cm 土层内果园重茬土中镰刀菌的数量始终高于大田, 其中 40~60 cm 土层的差异最为显著; 而 60~80 cm 土层内果园土与大田土中的镰刀菌数量差异不明显。这也进一步说明果园土中镰刀菌数量的增长变化与果树根系的分布区域有重要关系。

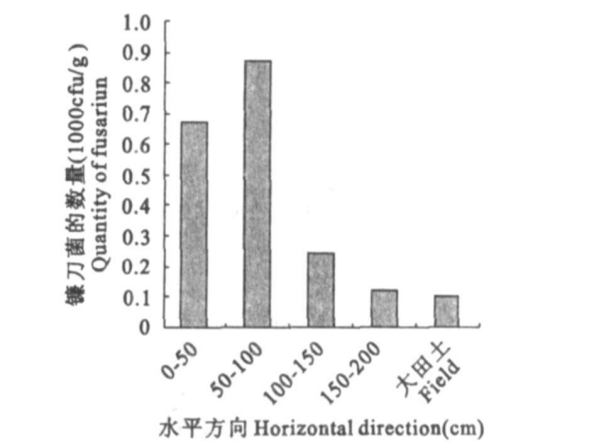


图 1 水平方向上果园土与大田土中镰刀菌数量比较
Fig.1 Comparison of Fusarium quantity between continuous cropping soil and field soil on horizontal direction

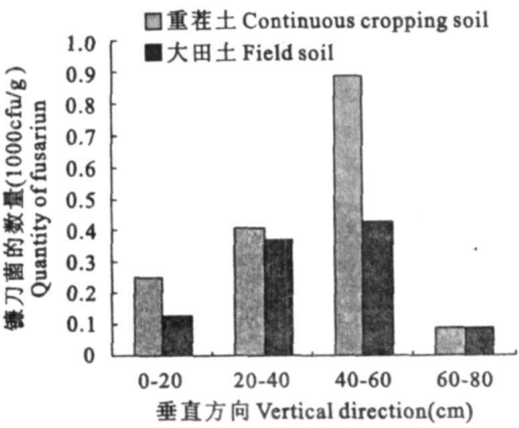


图 2 垂直方向上果园土与大田土中镰刀菌数量比较
Fig. 2 Comparison of Fusarium quantity between continuous cropping soil and field soil on vertical direction

2.3 果园重茬土对苹果盆栽砧木苗生长发育的影响
对盆栽砧木苗生长发育情况的调查结果如表

表 3 水平方向上重茬土和大田土砧木苗的生长表现比较

Table 3 Comparison of rootstock seedling growth between continuous cropping soil and field soil on horizontal direction					
水平方向 Horizontal direction (cm)	根活力 Root activity [g/(g·h)]	根重 Root weight (g)	植株粗 Stem diameter (cm)	株高 Plant height (cm)	叶面积 Leaf area (cm ²)
0~50	73.46 b	4.10 b	0.52 b	42.87 c	17.17 b
50~100	46.18 c	3.98 c	0.60 b	30.30 d	14.21 b
100~150	89.16 b	5.26 b	0.70 a	57.10 c	13.73 b
150~200	106.12 a	8.31 a	0.78 a	72.65 b	20.92 a
大田 Field	108.40 a	9.02 a	0.80 a	77.73 a	24.35 a

表 4 垂直方向上重茬土和大田土砧木苗的生长表现比较

Table 4 Comparison of rootstock seedling growth between continuous cropping soil and field soil on vertical direction						
垂直方向 Vertical direction (cm)	盆栽土 Potted soil	根活力 Root activity [g/(g·h)]	根重 Root weight (g)	植株粗 Plant diameter (cm)	株高 Plant height (cm)	叶面积 Leaf area (cm ²)
0~20	重茬土 Continuous cropping soil	75.24 b	5.26 b	0.70 a	46.34 b	16.43 a
	大田土 Field soil	77.03 a	6.78 a	0.75 a	50.78 a	20.45 a
	差值 Margin	1.79	1.52	0.05	4.44	4.02
20~40	重茬土 Continuous cropping soil	73.79 b	5.70 b	0.68 a	44.27 b	17.67 a
	大田土 Field soil	76.29 a	7.24 s	0.76 a	48.91 a	23.97 a
	差值 Margin	2.50	1.54	0.08	4.64	6.30
40~60	重茬土 Continuous cropping soil	67.32 b	4.68 b	0.62 a	41.97 b	12.53 b
	大田土 Field soil	71.24 a	6.32 a	0.76 a	46.97 a	21.09 a
	差值 Margin	3.92	1.64	0.14	5.00	8.56
60~80	重茬土 Continuous cropping soil	76.34 b	5.78 a	0.74 a	50.21 b	16.19 a
	大田土 Field soil	78.01 a	6.56 a	0.78 a	52.14 a	21.67 a
	差值 Margin	1.67	0.78	0.04	1.93	5.48

注:同一列中不同字母者表示差异显著($P<0.05$)。
Note: Different letters in the same column means significant difference ($P<0.05$)。

3、表 4。可以看出,在 0~200 cm 范围的水平方向和 0~80 cm 范围的垂直方向上,果园根区土壤的盆栽砧木苗生长表现均比大田土壤的差。

在水平方向上(表 3),50~100 cm 区域内土壤的盆栽植株的根活力、根重、植株粗度、株高、叶面积等指标与大田土壤的差异最大,而本区域内土壤中镰刀菌的数值最高;150~200 cm 区域内土壤的盆栽砧木苗的主要生长指标与大田生茬土的盆栽砧木苗相接近,表明此区域内再植障碍表现相对较轻。

在垂直方向上(表 4),40~60 cm 土层内果园土与大田土的盆栽砧木苗根活力、根重、株高、叶面积等指标差异较大,而 60~80 cm 土层内果园土与大田土的砧木苗生长指标差异较小。

3 结论与讨论

渭北旱地苹果园根区不同区域土壤中镰刀菌数量的变化存在较大差异,在距树干基部 50~100 cm、40~60 cm 土层的区域范围内,根系分布较为集中,镰刀菌的数量也明显多于其它区域。随着土层的增加镰刀菌数量的变化没有一定的规律性,这与贾新民等人^[13]的研究不一致,可能是因为根系分泌物直接影响着根际微生物的数量和种群结构原因。这表明果园土壤中镰刀菌数量的消长变化与果树根系分布密切相关。

已有研究表明^[14,15],土壤真菌对重茬再植植株的影响起着重要的作用,而不同作物、不同生态区域真菌的种类存在一定差异。本研究发现,在渭北旱地苹果园中,镰刀菌可能是果树根区土壤中重要的真菌类型。在镰刀菌数量多的果树根区土壤盆栽砧木苗的生长发育较差,再植障碍表现明显,说明土壤镰刀菌可能是引起苹果园再植障碍的重要因素之一。王震宇在研究大豆重茬障碍中也指出,镰刀菌是优势种群,在镰刀菌数量多的区域大豆生长发育不良、产量低、重茬障碍严重^[16]。

在距树干基部 150~200 cm 区域内,土壤中的真菌数量和镰刀菌数量较少,盆栽砧木苗生长发育表现也相对较好。而本区域正处于两行果树之间,果树根系也相对较少,因而在生产实践中,老果园新植幼树应尽可能选择果树行距中间区域,以利于减少再植病害的发生。Leinfelder·MM 等人也表明,再植地点能明显的影响果树的生长,离根系越远再植植株生长表现比较好,行距中间定植果树,重茬障碍相对轻^[17]。

土样的采集在 10 月上旬,是微生物比较活跃的季节,这时期的微生物种类和数量能基本反映出土壤中微生物的总体情况。本实验对真菌、镰刀菌在重茬土壤中空间变化特征做了研究、总结,而真菌、镰刀菌数量在果树生长季节中的变化特征有待我们进一步的研究。

参 考 文 献:

[1] Rumberger A, Merwin I A. Microbial community development in

the rhizosphere of apple trees at replant disease site[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2007, 39(7): 1645—1654.

[2] Mazzola M. Elucidation of the microbial complex having a causal role in the development of apple replant disease in Washington [J]. Phytopathology, 1998, 88: 930—938.

[3] James A Traquair. Etiology and control of orchard replant problem; a review [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2002, 6: 554—562.

[4] Biro B, Magyar K, Vardy GY, et al. Specific replant disease reduced by rhizobacteria on apple seedlings [J]. Acta Hort, 1998, 47: 75—81.

[5] 张良皖, 李桂良, 刘秋芬, 等. 果树根腐病的研究 I. 病原鉴定与病菌浸染规律初步探讨 [J]. 植物病理学报, 1982, 12(3): 242—245.

[6] 吴艳飞, 张雪艳, 李元, 等. 轮作对黄瓜连作土壤环境和产量的影响 [J]. 园艺学报, 2008, 35(3): 358—362.

[7] 赵真真, 徐振同, 庄重, 等. 中国辣椒主产区重茬土壤病原真菌的分布 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 354—357.

[8] 程丽娟, 薛泉宏. 微生物学实验技术 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 80—83.

[9] 魏景超. 真菌鉴定手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979: 64—234.

[10] H L 巴尼特, B B 亨特著·沈崇尧译. 半知菌属图解 [M]. 北京: 科学出版社, 1977: 27.

[11] 高俊凤. 植物生理学实验技术 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 92.

[12] Rumberger A, Yao S, Merwin I A, et al. Rootstock genotype and orchard replant position rather than soil fumigation or compost amendment determine tree growth and rhizosphere bacterial community composition in an apple replant soil [J]. Plant and Soil, 2004, 264(1~2): 247—260.

[13] 贾新民, 姜述君, 殷奎德, 等. 重茬条件下大豆根系分泌物对根腐病原菌的影响 [J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 1997, 9(3): 12—15.

[14] Manici L M, Ciavatta C, Kelderer M, et al. Replant problems in South Tyrol: Role of fungal pathogens and microbial population in conventional and organic apple orchards [J]. Plant and Soil, 2003, 256(2): 315—324.

[15] 杨仁斌, 曾清如, 周细红, 等. 植物根系分泌物对铅锌尾矿污染土壤中重金属的活化效应 [J]. 农业环境保护, 2000, 19(3): 152—155.

[16] 王震宇, 王英祥, 陈祖任. 重茬大豆生长发育障碍机制初探 [J]. 大豆科学, 1991, 10(1): 31—36.

[17] Leinfelder M M, Merwin I A. Rootstock selection preplant soil treats and tree planting position as factors in managing apple replant disease [J]. Hortscience, 2006, 41(2): 394—401.

(英文摘要下转第 217 页)

报, 2007, 65(3): 271—278.

研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 191—192.

[17] 党秀丽, 张玉龙, 黄毅. 保水剂对土壤持水性影响的模拟

Synthesis and characterization of a novel super-absorbent hydro-gel based on chemically modified pulverized corn stalks and acrylic acid

MIAO Yong-gang^{1,2}, LIU Zuo-xin¹, YIN Guang-hua¹, WANG Zhen-ying¹
(1. *Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning 110016, China;*
2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

Abstract: A novel super-absorbent hydro-gels was synthesised based on chemically modified pulverized corn stalks(CMPCS) and acrylic acid (AA) in aqueous solution, using N, N'-methylenebisacrylamide(MBA) as a cross-linker and ammonium persulfate(APS) as an initiator. Factors influencing water absorbency of the super-absorbent composite were investigated, such as reaction temperature, weight ratio of AA to CMPCS, neutralization degree of AA, and amount of initiator and cross-linker. The maximum absorbency of the optimized final product was 823 g/g in distilled water, and 83 g/g in 0.9% NaCl solution, respectively. The super-absorbent composite exhibited improved water and saline absorbencies compared with that of cross-linked poly (acrylic acid-co-sodium carboxymethylcellulose) super-absorbent polymer. The structure of the graft copolymer was confirmed by IR spectrum and TGA. The surface morphology of gel was examined by scanning electron microscopy (SEM).

Key words: super-absorbent copolymer; hydro-gel; swelling ratio; polymerization

(上接第 207 页)

Effects of apple rhizosphere Fusarium on growth of replanted rootstock seedlings

ZHANG Zhi-min¹, ZHAO Zheng-yang^{1*}, FAN Hong-ke¹, ZHANG Xiao-cai¹, LI Xiao-ming²
(1. *College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;*
2. *College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: Change of Fusarium quantity in 0~80 cm layer of rhizosphere and far from the trunk 0~200 cm in Weibei dryland apple orchards was studied, combining with experiment of potted rootstocks seedling, to analyse Fusarium quantity effect on the growth of replanted plants in different rhizosphere soil. The results showed that Fusarium quantity got less and less with the increase of the distance from the trunk, while the maximal Fusarium quantity was in 40~60 cm layer of rhizosphere; Fusarium quantity in continuous cropping soil was more than that in the field. Potted rootstock seedling grew weak in continuous cropping soil. It appeared the symptom of replant disease; Potted rootstock seedling grew weak in rhizosphere with more Fusarium. There was certain correlation between Fusarium quantity and the growth of potted rootstock seedling through correlation analysis.

Key words: apple; rhizosphere; replant disease; Fusarium