



# 苹果病虫害防控信息简报

## Apple Pest Management Newsletter

第 5 卷 第 6 期

国家苹果产业技术体系病虫害防控研究室

2015 年 3 月 30 日

### 本期内容:

**重点任务:** 苹果园授粉壁蜂巢管螨害情况调查初报  
近期活动

**基础资料:** 全国 25 个综合试验站观测点近期的天气状况

**病虫害防控:** 2014 年苹果炭疽叶枯病在商丘和咸阳发生较轻的原因分析  
及时清除苹果园内枯枝落叶是防治金纹细蛾最好的措施

**国外追踪:** 防治再植病害的新方法

\*\*\*\*\*

## 苹果园授粉壁蜂巢管螨害情况调查初报

栽培与机械研究室 王贵平 翟浩 王金政

利用壁蜂授粉是提高苹果坐果率、减轻劳动强度、增加经济效益的一项十分有效的新技术，已被广大果农所接受，目前在苹果主产区已基本普及应用。

因壁蜂一年中有 320 天左右在巢管中生活，随着壁蜂授粉技术在果园的大面积推广，壁蜂巢管中巢室的螨害问题显得尤为突出。壁蜂携带是螨传播为害的主要途径，害螨通过壁蜂携带进入芦苇巢管的巢室，它以花粉为食物，大量繁殖，造成幼虫存活率下降，严重影响了壁蜂蜂茧的回收数量和质量。为了进一步了解壁蜂巢管中螨为害的基本情况，2014 年 4 月 27-30 日，国家苹果产业技术体系“花果管理技术”岗位团队成员先后到文登市、荣成市、乳山市等地的 38 个农户（果园）进行调研，考察了解当地苹果壁蜂巢管螨害情况，取得第一手资料，现将调研情况报告如下：

### 一、调查地点和方法

主要对山东省文登市葛家镇郭子村、生格庄、泽头镇林村，荣成市王莲街道赵家山村、沟曲家村，乳山市城区街道办事处石村、夏村镇兰家庄村、育黎镇塔庄村等共计 38 个种植户苹果园回收壁蜂巢管螨害情况进行了调查，每个苹果园中均随机取 100 支回收到的壁蜂巢管，剥开巢管后记录螨为害巢管数、螨为害巢室数、总巢室数，同时对农户 2013 年的壁蜂蜂管危害情况也作了调查。

### 二、调查结果

#### 1、壁蜂巢管螨的为害情况

通过对威海市的文登市、荣成市、乳山市三个地区部分果园壁蜂巢管抽样调查表明：威海市壁蜂巢管螨害情况为：平均螨为害巢管数占总调查管数 48.7%，平均螨为害巢室数占总调查巢室数的 20.32%；荣成市螨为害巢管数占总调查管数的比例以及螨为害巢室数占总调查巢室数的比例最高，分别为 64%和 27.83%；文登市次之，为 61%和 23.94%；乳山市最低，为 21%和 9.21%（表 6-1）。

表 6-1 壁蜂巢管螨害调查

调查地点	螨为害巢管数占总调查管数的比例 (%)	螨为害巢室数占总调查巢室数的比例 (%)
文登市	61.00	23.94
荣成市	64.00	27.83
乳山市	21.00	9.21
平均	48.70	20.32

## 2、果农对壁蜂巢管螨为害情况的认知调查

通过走访果农调查发现，果农在剥开芦苇巢管获取蜂茧时经常会发现有些巢室中没有蜂茧，相反巢室被一团团的黄色粉末状物体覆盖，果农俗称“黄面子”。调查结果表明：壁蜂巢管中螨为害的情况比较普遍，螨的为害显著降低了壁蜂蜂茧的回收。对于 2013 年回收壁蜂巢管中螨为害巢室数占总巢室数的比例，38 户果农中有 5 户果农在 0-10%，10 户果农在 11-20%，14 户果农在 21-30%，5 户果农在 31-40%，3 户果农在 41-50%，1 户果农在 61-70%（表 6-2）。

表 6-2 2013 年果农对壁蜂巢管螨为害情况的认知调查表

调查地点	走访果农数 (人)	螨为害巢室数占总巢室数的比例 (%)						
		0~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70
文登市	9	1	4	2	0	2	0	0
荣成市	18	1	3	7	5	1	0	1
乳山市	11	3	3	5	0	0	0	0
总数	38	5	10	14	5	3	0	1

## 三、结论

抽样调查结果发现，苹果园中壁蜂巢管螨的为害比较严重，其中平均螨为害巢管数占总调查管数的 50%左右；平均螨为害巢室数占总调查巢室数的 20%左右，不同的地区为害程度有所差异。走访果农调查发现，壁蜂巢管中螨的为害普遍存在，所有果农在剥芦苇巢管时均发现有螨的为害，只是受危害的程度有所不同。壁蜂巢管中螨的为害降低了壁蜂蜂茧的回收率，另外，螨还可以通过果农回收蜂茧时粘附在蜂茧外面，在壁蜂破茧时转移到壁蜂上，造成壁蜂行动缓慢，影响访花效率，授粉效果下降，造成苹果坐果率降低。当壁蜂回收量减少或不能正常工作时，果农往往是通过大量购买蜂茧或人工授粉进行辅助，增加了生产成本。由于螨在以芦苇管为巢管中的巢室为害，芦苇巢管的特

殊构造是杀螨剂不能充分有效的发挥作用，造成壁蜂巢管中螨害防治困难。目前，苹果园壁蜂管危害已经威胁到壁蜂授粉这项技术能否长期应用，应引起有关部门和机构的重视。

\*\*\*\*\*

### 近期工作

➤ 2015年3月16日，在国家苹果产业技术体系首席科学家韩明玉教授的组织下，岗位专家曹克强教授赴陕西铜川，对陕西省果业局组织的康奈尔专家团队培训班 200多名学员进行了苹果树腐烂病防控技术的专场培训，省果业局黄长科处长主持了会议，会后与参会人员进行了讨论。此次培训是苹果产业技术体系 2015 年的一项重点任务。3月19日，孙建设教授与曹克强教授等一行 6 人来到保定唐县丹凤山果园，进行了二期果园植树的现场指导，CCTV7 记者就春季苹果园管理采访了两位教授。3月24日，曹克强教授带团队成员张瑜老师赴蠡县小陈村，对苗圃生产情况进行了考察，为了运输方便，苗木被起出后进行了假植。随后购买了 120 株苗木，按照不同的处理方式栽植到河北农业大学的试验园，准备对苗木上的病虫发生情况进行追踪观察，这是 2015 年病虫害防控研究室的一项重点工作。3月27日曹克强教授参加了由中国农药工业协会在青岛组织的培训会，作了题为“以两种苹果病害为例谈杀菌剂的使用”的报告，来自全国农资企业以及媒体的 200 多名代表参加了会议。



➤ 2015年3月7-12日，全国苹果病虫害防控协作网在甘肃天水、庆阳；陕西扶风、彬县、凤翔等地成功召开了落地大会，来自各地果农累计 2000 多名果农参加了会议。本次会议邀请了全国苹果病虫害防控协作网专家、河北农大王树桐教授全程参与，苹果产业技术体系栽培与机械研究室主任、西北农林科技大学李丙智教授、协作网区域专家王志



龙、郭登泰、陈伟星和惠抗弟老师等分别参加了不同地区的落地大会。王树桐教授讲解了病虫害防控在苹果生产中的重要性、并就果农朋友们最关心的腐烂病问题做了详细的讲解，还介绍了目前苹果生产的瓶颈问题以及协作网成立的背景、目的、意义及运作和展望。李丙智老师等专家分别就果树栽培方向和苗木的选择、土肥水管理和病虫害防控等方面为果农进行了技术培训，并现场就果农生产中遇到的问题进行了详细、透彻的解答。随着全国苹果病虫害防控协作网在西北地区落地与壮大，果农朋友必将得到协作网专家全面的技术服务及木美土里企业联合体等企业的系列产品，提高果园管理技术水平，实现苹果提质增效。

\*\*\*\*\*

## 全国 25 个综合试验站观测点近期的天气状况

根据中国天气网 (<http://weather.com.cn>) 对分布在全国 25 个苹果试验站的气象资料进行了查询和记录，表 6-3 和表 6-4 分别列出了近期的日最低温度和降水情况。

根据表 6-3 可以看出，3 月中下旬，各地气温明显回升。除牡丹江、特克斯、兴城、营口、庄浪、昌黎、洛川和旬邑试验站日最低温度仍出现低于 0℃ 温度，其他各试验站温度均在 0℃ 以上。30 号前后，多个试验站日最低温度均超过 10℃，民权试验站甚至出现了 17℃ 的日最低温度。从表 6-4 中可以看出，近期降水分布很不均匀，牡丹江、特克斯、洛川、凤翔、西安、泰安、烟台、民权、三门峡、昭通和盐源等 11 个试验站出现降水，降水量最高的为凤翔试验站，达 47 mm，降水量最低的烟台试验站仅 0.7 mm。其他试验站近期无降水出现，果区应注意及时补水。

表 6-3 全国 25 个综合试验站所在县 2015 年 3 月中下旬日最低温度

日期	牡丹江	特克斯	银川	兴城	营口	太原	万荣	庄浪	天水	昌黎	平顺	灵寿	昌平	洛川	旬邑	白水	凤翔	西安	泰安	陇州	烟台	民权	三门峡	昭通	盐源
17	-6	-6	4	-3	-1	5	9	3	7	1	4	6	3	5	6	8	10	9	8	7	3	9	11	10	10
18	-2	-6	3	0	2	3	8	4	7	4	4	6	5	3	5	5	6	7	5	3	3	4	8	10	7
19	-3	-4	2	-2	1	2	7	1	4	4	4	6	5	0	2	3	5	8	6	7	7	7	7	7	7
20	-3	0	0	-1	1	0	6	-1	3	4	4	8	7	-1	-1	3	3	6	7	8	6	8	7	7	4
21	-4	-1	1	-3	0	2	6	2	5	2	7	5	6	3	1	4	5	8	5	5	4	7	8	7	6
22	-9	-1	2	-5	-2	0	9	1	4	-2	2	4	0	3	3	6	6	8	5	3	0	7	8	8	4
23	-7	2	1	-6	-3	0	7	2	5	0	2	5	3	4	2	4	6	8	4	3	2	6	6	6	2
24	-6	0	2	-4	0	3	7	2	5	1	3	7	3	3	1	4	3	5	5	3	3	8	7	5	3
25	-2	1	1	3	5	2	6	4	5	4	5	8	5	2	0	2	3	6	5	4	6	6	7	7	5
26	7	0	6	4	7	2	4	4	7	6	5	8	7	1	0	3	4	6	4	4	6	5	7	8	4
27	5	3	3	5	7	2	4	3	6	9	9	9	9	2	2	3	4	6	9	7	8	9	8	10	6
28	2	2	6	4	4	4	8	4	9	5	6	10	7	4	5	5	7	8	6	6	6	11	9	8	7
29	1	-2	9	5	9	6	11	8	12	9	11	12	8	7	7	6	6	10	11	7	7	11	12	8	7
30	1	-3	10	4	7	9	12	11	13	10	10	11	11	11	8	8	11	14	12	7	9	17	9	10	6
31	-3	-3	10	1	4	9	9	10	11	4	6	6	8	10	12	6	13	14	8	6	6	9	5	8	7
A	21.5	10.5	107	43	47	104	183	76	176	84.5	131	171	128	85	68	120	138	186	178	122	97	235	210	418	414
B	10	0.5	49	16	15.5	44.5	94.5	30	85.5	39.5	67.5	93.5	69.5	38	26	50	60.5	90	97.5	52	42.5	119	100	239	213
C	6	0	27.5	6	6	21	56	14	46.5	18	37.5	56.5	38.5	17.5	10.5	21.5	28.5	52.5	56.5	23.5	19.5	69.5	54	146	122

注：A代表5℃以上有效积温 B代表8℃以上有效积温 C代表10℃以上有效积温



表 6-4 全国 25 个综合试验站所在县 2015 年 3 月中下旬日降水量

日期	牡丹江	特克斯	银川	兴城	营口	太原	万荣	庄浪	天水	昌黎	顺平	灵寿	昌平	洛川	旬邑	白水	凤翔	西安	泰安	滕州	烟台	民权	三门峡	昭通	盐源
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0.7	4.7	0.1	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.4	0	0	11	14	0	0	0	7.7	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	7	5.2	0	0	0	0	6.1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.1	0	0	0	0.5	0	0	0
21	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2.9	0.6	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6.2	0	0	0	0	0.9	3.7	3.5
25	0	14.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	6	6.2	0	0	0	0	23	0	0
26	0	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	3	5	0	0	0	0	3	0	0
27	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	2.5	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.9	0
29	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	2.3	6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	2.6	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

预计未来 10 天（1-10 日），长江流域及其以北大部地区平均气温较常年同期偏低 1-2℃，华南、江南东部等地平均气温接近常年同期。上旬，西北地区东部、黄淮、江淮、江汉、四川盆地及贵州东部等地降水量有 25-80 mm，上述地区降水量较常年同期偏多 5-8 成，其中新疆北部、东北地区降水量有 3-15 mm，其中东北地区南部局地 20-40 mm。主要天气过程如下：1-2 日，西北地区东部、内蒙古河套地区、华北、黄淮、江汉、江淮、西南地区东北部等地有中到大雨，其中河南东南部、湖南西北部、安徽西南部等地的部分地区有暴雨，局地大暴雨，并伴有雷暴。南疆盆地、甘肃中西部、内蒙古中西部和宁夏北部等地的部分地区扬沙或浮尘，局地有沙尘暴。4-7 日，中东部大部地区将自北向南出现 4-8℃降温，其中华北北部、东北地区中南部等地的部分地区温度降幅可达 10-12℃。西北地区东部、黄淮西部和南部、西南地区东部及长江中下游地区有小到中雨，其中长江中下游部分地区有大到暴雨，局地大暴雨。旬末，西北地区东部、华北北部和东北地区北部有小雨雪；江淮、江汉、西南地区东部有小到中雨、局地大雨。

（张瑜 整理）

\*\*\*\*\*

## 2014 年苹果炭疽叶枯病在商丘和咸阳发生较轻的原因分析

病虫害防控研究室 曹克强 张瑜

咸阳综合试验站 查养良

商丘综合试验站 孙共明

炭疽叶枯病是近年来发生在苹果上的一种强流行性病害，自 2009 年首次在河南商丘报道以来，该病每年以 100 多公里的速度外传。目前，该病已扩展到山东、辽宁、河北、山西、江苏和陕西等省。主要危害嘎拉、乔纳金、秦冠等元帅系品种，造成早期落叶，另外也侵染果实，导致很多褐色斑点，严重影响果品的销售。

2013 年陕西咸阳首次发现此病，国家苹果产业技术体系的岗位专家赴现场进行了调研，发现不少果园发病严重，树叶几乎落光，果实被害也十分严重。经考察确认是炭疽叶枯病，并借鉴商丘的经验，提出了防控该病的技术方案。

2014 年，陕西咸阳试验站已做好充分准备以应对炭疽叶枯病，但是 2014 年发病程度很轻，在河南商丘试验站 2014 年病害发生的也很晚，危害不像 2013 年那样严重。为什么会发生这样的情况，我们从寄主、病原和环境三个方面进行了分析。从品种上来说两年间不会有很大变化，感病品种是普遍存在的；从病原方面来看，2013 年病害发生严重，残留在枝条和病叶上的病原量也不会少；造成两年发病程度不同的唯一原因应该是气候上的差异。几年的观察已经发现，夏季高温多雨对病害发生非常有利。夏季温度均满足病菌侵染条件，因此造成两年病害发生严重程度不同的决定性因素还是在降雨上，为此，我们将咸阳的旬邑和商丘的民权两县 2013 和 2014 年 6-9 月的降雨情况进行了分析。

**表 6-5 2013-2014 年 6-9 月份旬邑和民权两地的降雨日数及降雨量 (mm)**

日期	旬邑				民权				
	2013 年		2014 年		2013 年		2014 年		
	雨日	雨量	雨日	雨量	雨日	雨量	雨日	雨量	
6 月	上中旬	3	18.4	2	6.6	2	3.7	0	0
	中下旬	3	7.3	3	22.5	2	6.4	4	69
7 月	上中旬	7	29.3	8	31.4	3	19.9	3	6.3
	中下旬	10	112.5	0	0	6	68.5	3	19.8
8 月	上中旬	5	5.2	7	75.3	4	23.1	7	89.1
	中下旬	5	40.5	5	39.5	3	23.4	3	4.2
9 月	上中旬	6	5.6	10	112.1	2	9.5	11	52.6
	中下旬	4	51.7	7	63.9	1	1.9	4	96.5
累计		43	270.5	42	351.3	23	161.4	35	337.5

从表 6-5 两地 6-9 月的总降水量可以看出，2014 年 6-9 月份的降水量不但不少，而且还多于 2013 年，尤其是民权，2014 年该时段的总降水量是 2013 年同时段的两倍，降雨次数比 2013 年多 50%。在旬邑，虽然两年的降雨次数几乎相等，但 2014 年的降水量也超过 2013 年达 30%，从降雨量累计次数来看 2014 年病害应该发生更严重，为什么实际发生反而轻呢？仔细分析各个月份的降雨次数和降雨量，我们发现，6、8、9 三个月两地 2014 年的雨量和次数均多于 2013 年，最大的不同是 7 月份。旬邑 2014 年 7 月降雨次数和降雨量分别为 8 次和 31.4 mm，远低于 2013 年的 17 次和 141.8 mm；民权 2014 年 7 月的降雨次数和降雨量分别为 6 次和 26.1 mm，低于 2013 年的 9 次和 88.4 mm。因此，7 月份降雨次数少、雨量小是造成商丘和咸阳 2014 年病害发生很轻的主要原因。

炭疽叶枯病在商丘已有 6-7 年的发病历史，我们的气象资料是从 2011 年开始记录，已知 2011-2012 年炭疽叶枯病在商丘发生比较严重，我们也对 2011 年和 2012 年民权气

象站 6-9 月份的降雨次数和降雨量进行了分析。

表 6-6 2011-2012 年 6-9 月份民权的降雨日数及降雨量 (mm)

日期	2011 年		2012 年		
	雨日	雨量	雨日	雨量	
6 月	上中旬	0	0	1	1.1
	中下旬	1	14	3	4.7
7 月	上中旬	2	8	9	155.5
	中下旬	4	56	2	14.5
8 月	上中旬	6	80	6	13.1
	中下旬	5	61	6	57.9
9 月	上中旬	3	12	5	30.5
	中下旬	4	99	2	3.4
累计		25	330	34	280.7

从表 6-6 可以看出, 2011 年和 2012 年民权 7 月份的降雨次数分别为 6 次和 11 次, 降雨量分别为 64mm 和 170mm, 这些数据也都高于 2014 年同期的降雨次数和降雨量, 再次验证了 7 月份降雨条件对于炭疽叶枯病流行影响的重要性。这对于指导病害的预测预报和防控会有积极意义。

以上仅是对两地的资料进行了分析, 是否适合于其他地区, 还需要对更多的发病情况和气候资料进行分析, 才能得出更加全面的结论。

\*\*\*\*\*

## 及时清除苹果园内枯枝落叶是防治金纹细蛾最好的措施

河北农业大学植保学院 毕美超 王勤英

随着春季的到来, 天气开始变暖, 苹果树芽开始萌发, 而园内害虫也开始出蛰活动。由于今年温度的回升速度较快, 果园内的害虫开始出蛰活动也较早, 尤其是金纹细蛾。3 月 20 日, 我们在保定望都县赵爱芝和王套兰家的苹果园中挂金纹细蛾性诱剂诱捕器, 刚挂上就诱到许多成虫。一周后检查诱捕器诱蛾的数量, 发现两个果园中诱到的金纹细蛾雄的数量差别非常大, 赵爱芝家果园每个诱捕器平均每周金纹细蛾雄蛾诱集量为 194 头, 而王套兰家果园仅诱到 81 头 (图 6-1)。通过观察和询问得知, 两个果园的清园工作有着明显区别, 赵爱芝家果园是在 3 月 20 日才开始清除落叶 (图 6-2), 并且清除的不彻底, 这时金纹细蛾成虫已经开始羽化。而王套兰家果园是在 3 月份之前就完成了残枝落叶的清除工作 (图 6-3), 把落叶埋在树下, 不仅有效地清除了金纹细蛾的越冬场所, 降低了金纹细蛾的越冬虫源基数, 还为苹果树提供了有机肥料。因此, 提前在 3 月初之前做好清园工作, 及时清除越冬的害虫, 能有效防治生长季节害虫的危害。

王套兰家苹果园在果树休眠期已经连续 4 年进行了清除枯枝落叶的工作, 果园内

金纹细蛾的数量逐年降低，高峰期最高诱蛾量由 2009 年的 3000 头下降到 2014 年的 728 头，百叶虫斑数也由 2009 年的 11% 下降到 2014 年 0.4%。因此，每年坚持在果树休眠期彻底清除枯枝落叶，是彻底防治金纹细蛾的最有效的方法，不仅可以减少杀虫剂的使用，清除枯枝落叶还可以减少园内病原菌的基数，降低发病几率。

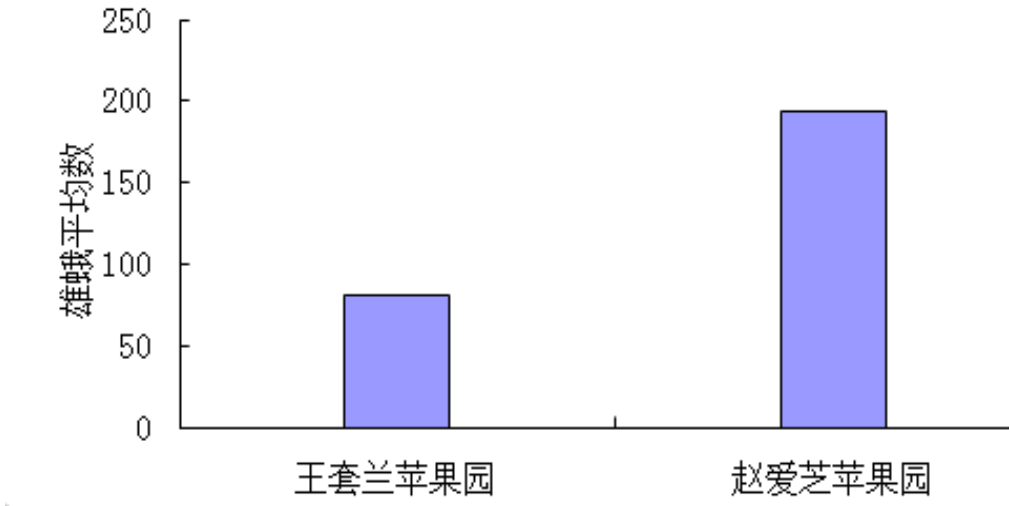


图 6-1 河北望都县两个不同清园时间造成的金纹细蛾雄蛾数量差异



图 6-2 3 月 20 日赵爱芝家果园情况—未清除落叶



图 6-3 3 月 20 日王套兰家果园情况—已清除落叶

\*\*\*\*\*

### 防治再植病害的新方法

【美】Geraldine Warner

果园再植之前，通常情况下都会先熏蒸土壤，对土壤进行消毒，以防发生再植病害。



再植病害是由于果树根际土壤中微生物累积从而对果树的生长和产量产生了不利影响。

据美国报道，如果用化学物质 TeloneC-17（1, 3-二氯丙烯和氯化苦）熏蒸土壤，只能对有害土壤微生物进行短暂的控制。美国农业部的马佐拉博士，发现了一种能够替代熏蒸的方法，该方法比土壤熏蒸的持效期更长，更能促进树木生长发育并提高产量。

马佐拉博士说，种植者们可能没有意识到，在熏蒸处理过的土壤中再植果树，虽然比不处理的要好，但是果树生长状况其实仍然不理想。只不过因为种植者们没有其他可以替代土壤熏蒸的技术。马佐拉发现在定植前将黄芥和白芥种子饼粉（菜籽饼粉，译者注）混合施入土壤中，可以控制华盛顿州果园土壤里的所有再植病原物，包括线虫。这种处理方法可以在有机果园中应用。已经有很多有机果树种植者因为需要控制再植病害熏蒸土壤而使其有机果园被降级处理。马佐拉于 1995 年来到了华盛顿州韦纳奇的农业研究实验室并开始致力于再植病害防控的研究。

首先，找到再植病害的发病原因，发现再植病害的最主要病原是真核微生物：腐霉菌、丝核菌、土赤壳属和疫霉属等，以及线虫。各种生物在致病性方面的相对重要性不同，地点之间也有差异。马佐拉首先尝试再植果树之前种植一些其他作物，包括小麦，油菜和苏丹草等，以期改变土壤微生物种群，但是结果没有任何一种作物能够达到预期目的，即使在休耕了三年的土壤中种植，也对再植病害的发生没有实质性影响。然后他把注意力转向了菜籽饼粉，这是生物柴油生产的副产物，他试验了加拿大油菜，普通油菜，白芥，黄芥（雪菜）的种子饼粉，但温室和田间试验表明，没有任何一种菜籽饼粉能抑制所有再植病菌。例如，油菜籽饼粉可以控制丝核菌，但却促进腐霉菌生长。

他进一步测试了各种种子处理的组合和比例，考虑到成本和试验效果，最佳配方是黄芥和白芥各占一半的混合物。在再植果树前一年的秋天进行处理，第二年春天再定植果树。

这两种物质的混合物有化学和生物学的作用模式。种子产生化学物质，通过酶反应，可能产生对病原菌有毒的物质，并且改变了土壤微生物种群，从而达到对病原菌侵染的长期控制效果。在 2010 年定植的田间试验中，品种使用的是乔纳金（以“日内瓦 11”作为砧木），在化学熏蒸处理上前两个生长季平均每棵苹果树的产量为 11 公斤。而菜籽饼粉处理的苹果平均每株产量达到了 16 公斤，每棵树产量比熏蒸处理增加了 45%。2010 年种植的嘎拉苹果（以 M9 和 M11 为砧木），表现出类似的趋势，前两季作物累积收益比熏蒸处理高出 25%。对土壤中穿刺短体线虫的调查发现，线虫种群数量在熏蒸处理和菜籽饼粉处理中都明显下降。经化学熏蒸处理的根际土壤中线虫数量当年明显下降，但由于线虫的迁移特性，在熏蒸处理后的第二年苹果根际土壤中线虫数量比空白对照还要多，而菜籽饼粉处理的线虫数量在第二年仍远低于对照处理。种子饼粉处理对病原物的抑制作用可以持续到第四个生长季。两种处理方法对腐霉菌属病菌的效果与线虫的效果是类似的。菜籽饼粉处理与熏蒸处理在第一年的发病率均降低了，但是在第二个生长季结束，熏蒸处理的土壤中腐霉菌数量又上升到处理前的水平。

马佐拉和他的同事使用宏基因组分析的方法来确定根际（包括根系及附着的土壤）

微生物，以找出熏蒸和菜籽饼粉处理对土壤微生物的影响。这项工作产生和筛选了数以百万计的 DNA 序列。他认为自己是使用这个先进的技术研究土壤微生物的第一人。

分析结果表明，两个生长季节后的微生物群落在熏蒸过的土壤中已经与未经任何处理的再植土壤一样，相反在菜籽饼粉处理的土壤中微生物群落则不同，其中还有一些可以抑制病原微生物的菌群。

例如，节丛孢（一种能够攻击线虫的真菌），卵寄生指孢霉（一种能够寄生线虫卵的真菌），都只在菜籽饼粉处理的土壤中才出现。这些线虫寄生真菌可能是菜籽饼粉处理的土壤中穿刺短体线虫数量长期受到抑制的原因。而另一种真菌——树粉孢是在菜籽饼粉处理的土壤中才有的一种能够抑制疫霉病菌的真菌。

马佐拉既是植物病理学家，还是森林生物学家。他说再植前对土壤的处理与火灾后的森林情况有点相似，生物会随着时间推移陆续回到土壤中。宏基因组分析结果表明，熏蒸后土壤的微生物群落会恢复原状，而与熏蒸土壤不同，菜籽饼粉处理后的土壤微生物群落变化过程持续时间更长，其菌群组成对于抵抗病原微生物的入侵更有弹性。一般认为多样化系统是一个更具有弹性的系统，但是马佐拉发现对于再植土壤处理后的微生物群落情况却恰恰相反。熏蒸过的土壤中微生物种群的多样性更为丰富，而菜籽饼粉处理的土壤中微生物种群丰度较低但对病原菌的抗性却更强。熏蒸并不一定能导致一个更稳定的多样性系统形成，具体机制还有待进一步研究。

马佐拉的研究还发现，菜籽饼粉处理还可以控制杂草，此外宏基因组的分析结果表明，更丰富的细菌种群能够代谢有潜在毒性的有机化合物。这表明菜籽饼粉处理果园土壤可能有促进化学农药分解的作用（这还需要进一步研究）。



图 6-4 马佐拉在温室试验中种植了不同种类的砧木，一段时间后，观察种植在再植土壤中的砧木生长差异性，以及不同砧木对土壤中复合微生物群体的抗性

他研究的下一步是要筛选可以降低菜籽饼粉用量,自身对再植病害有一定抗性的砧木,就像 Geneva41 和 G.210。现在菜籽饼粉的用量是 3 吨/英亩(1 英亩=6.07 亩,译者注),他计划下一步将用量降低到 0.5 吨/英亩。

他也在寻找提高土壤微生物活性的办法,以促进树木的生长。因为在土壤中存在很多生长促进剂或固氮细菌。他也在尝试投入各种肥料,如堆肥,在果园定植后施用,以观察这些方法是否可以帮助减少根际线虫。

(丁丽 译,王树桐 校)

\*\*\*\*\*

**主 编:** 曹克强                      **副主编:** 国立耘、李保华、陈汉杰、孙广宇  
**责任编辑:** 刘丽、王勤英、胡同乐、王树桐、张瑜、杨军玉、王亚南  
**联系电话:** 0312-7528803, 18348919991    **邮箱:** appleipm@163.com  
**网 站:** 中国苹果病虫害防控信息网 (<http://www.apple-ipm.cn>)  
          全国苹果病虫害防控协作网 (<http://www.pingguo-xzw.net>)  
**微信平台:** 果树卫士  
**QQ 群号:** 364138929