

技 术 简 报

第 7 期

国家苹果产业技术体系

2017 年 5 月 15 日

苹果轮纹病防控技术规程

首席科学家办公室

按语：按照年度工作部署，体系“十三五”5项推广技术之一《苹果轮纹病防控技术规程》，经过负责专家的起草，有关专家的论证修订，基本成形，现予以发布试行。请各位在试行过程中，对不合理的方面，提出修订意见，体系办公室年底前组织一次修订，然后正式发布应用。希望各试验站将本次发布的主推技术，连同“十二五”推出的5项技术，一起在苹果体系300多个示范园广泛应用，并加强培训。在示范应用过程中，有什么问题和建议，请随时反馈给体系办公室。

国家苹果产业技术体系

2017 年 5 月 8 日

一、技术概述

轮纹病是苹果的重要病害，主要危害枝干和果实。枝干受害严重削弱树势，造成死树和毁园，果实受害导致大量果实腐烂，黄河故道和环渤海湾产区受害尤为严重，严重制约了苹果产业的发展。

轮纹病是黄河故道和环渤海湾苹果产区每年必防的病害，生产中有多重防治措施，但都未能达到预期的防治效果。目前，5年以上

的苹果树，轮纹病的病株率高达 90%以上，病重园烂果率高达 70%以上。近年来，苹果产业体系专家对轮纹病的发病规律、侵染条件等进行了大量研究，取得突破性进展，提出了以“清、护、健、治”为主要防治技术措施的综合防控技术规程。本规程主要通过降低果园内及周边环境的侵染菌源量，减少病菌的侵染，逐步改善果园生态环境，最终实现轮纹病的有效控制，同时兼治腐烂病，为苹果免袋栽培提供良好环境。经大面积实验、示范取得良好效果，值得大面积推广。

二、技术效果

按本规程防治苹果轮纹病，1年后能有效控制病害的发展，树上的病组织明显减少，大面积连续实施 2-3 年后，果园生态环境能得到明显改善，轮纹病和腐烂病都能得到有效控制。对于精细化管理的果园，本操作规程不会增加用药量和果园管理成本。对于病害严重的粗放管理果园，按本操作规程防治轮纹病，每亩果园需增加 2-3 个用工，增加 2-3 次用药。

三、应用范围

本规程适合所有发生轮纹病的苹果产区和果园。其中，黄河故道、环渤海湾等产区，因高温多雨，轮纹病菌侵染量大，病害危害重，属于轮纹病常发区。在轮纹病常发区，需结合腐烂病的防治实施本规程中的所有技术措施。黄土高原等产区，因降雨相对较少，或雨热不同期，仅个别年份能满足病菌产孢、侵染所需要的湿度条件，病害危害相对较轻，属于轮纹病的偶发区。在轮纹病的偶发区，以清除枝干上的病组织为主，结合腐烂病的防治，适当采用其他防治措施。

四、轮纹病的症状

轮纹病由葡萄座腔菌 (*Botryosphaeria dothidea*) 侵染所致。

病菌侵染枝干可形成轮纹病瘤、干腐病斑、马鞍状病斑和粗皮四种不同类型的症状，侵染果实主要形成轮纹烂果症状。

1、**轮纹病瘤**：病菌侵染正常生长的苹果枝条，常以皮孔为中心，形成圆形或扁圆形，红褐色至深褐色的疣状突起，称为轮纹病瘤。

2、**干腐病斑**：当枝条受干旱胁迫，或衰弱时，病瘤内或皮孔内的病菌能在皮层内迅速生长扩展，杀死皮层组织，以病瘤或皮孔为中心，形成红褐色、表面湿润的圆形枯死斑。病斑扩展迅速，3-5天后病斑连接成片，形成大型、红褐色坏死病斑，病斑皮层坏死，称为“干腐病斑”。病斑环绕枝条后，枝干枯死，病菌趁机向上下扩展，最终使整个枝条干枯死亡，称“干腐病枝”。2-3周后，病斑上产生大量分生孢子器（小黑点），遇雨或高湿时溢出白色分生孢子。

3、**马鞍状病斑**：当树体抗性恢复后，在皮层内扩展的病菌停止生长，最终以病瘤或皮孔为中心，形成直径不超过2cm的枯死斑。病斑形成初期，坏死皮层细胞常溢出红褐色汁液，病部“冒油”或“出水”。随枝条的生长发育，枯死斑边缘开裂，病斑凹陷，似马鞍状，称为“马鞍状病斑”。

4、**粗皮**：大量轮纹病病瘤或马鞍状病斑聚生在一起，使枝干表皮显得十分粗糙，故称“粗皮病”。

5、**轮纹烂果**：果实发病初期，以皮孔为中心，形成黑色至褐色圆形斑点，边缘常有红褐色晕圈，病部稍深入果肉。随后病点向四周扩展，形成表面具有深浅相间的同心轮纹状腐烂病斑。病部果肉腐烂、水渍状、表皮不破裂，病斑很少失水凹陷。适宜条件下，病斑扩展迅速，5~6天可导致整个果实腐烂，溢出褐色黏液，有酸臭气味。

五、轮纹病防治的理论基础

1、**病菌越冬**：病菌主要以菌丝体、分生孢子器、子囊壳等在轮

纹病瘤内、干腐病斑上、马鞍状病斑上、及其他坏死组织内越冬。次年春季遇雨，病菌生长扩展，释放分生孢子和子囊孢子。越冬病菌在生长季节能不断产生和释放孢子。自4月份苹果萌芽至11月份落叶，发病果园内可以捕捉到轮纹病菌的孢子，其中6、7、8月份雨季为孢子发生高峰期。

2、潜伏与致病：轮纹病菌能在枝干皮孔、剪锯口死组织、坏死皮层和轮纹病瘤内生长扩展。只要枝干上有赖以生长的营养和环境，病菌就能存活下来。病瘤内的病菌可以存活10年以上。轮纹病常发区，苹果枝干上常潜带有大量轮纹病菌，当树体受水分胁迫，或树势衰弱时，病菌突破寄主的抗性屏障，在皮层内迅速生长扩展，诱发干腐病斑，产生大量孢子，进行再侵染，导致枝干上潜带病菌的数量逐年积累。当枝干上的病菌积累到一定量时，造成严重危害。苹果枝条从母体上修剪下来后，轮纹病菌没有死亡，在枝条失水干燥的过程中逐渐发展为干腐病斑，雨季产生大量子囊孢子，随气流传播侵染周边果园。

3、孢子形成与传播：病菌主要在干腐病斑和马鞍状病斑上产孢，病瘤的产孢量很少。枝干皮层坏死后，10天内可形成分生孢子器，20天后开始释放分生孢子。遇较长时间的持续阴雨，病斑上形成子囊孢子。在干腐病斑和马鞍状病斑上，病菌产孢时间可持续2年。分生孢子主要随雨水水流、溅散或在雨滴中随风飘散传播，距离近。子囊孢子除随风雨传播外，还能随气流传播，距离较远，侵染周边的果园和苗圃，导致新建果园和新育苗木发病。轮纹病常发区所培育的苹果苗木和接穗上常潜带有轮纹病菌，病菌可随苗木和接穗的调运远距离传播。

4、病菌侵染：皮孔和气孔是轮纹病菌侵染的主要孔口。着落于皮孔或气孔周围的病菌孢子，萌发后先在枝干表层或皮孔的死组织

内生长，形成菌丝或菌落，然后自皮孔木栓层缝隙、薄弱部位或气孔侵入皮层活体组织。当病菌侵入寄主的活体组织后，杀菌剂就难以到达靶标，发挥其作用。从皮孔侵染的病菌，最快在 30 天内诱发肉眼可见的轮纹病瘤，多数病菌在第 2 年，甚至第 3 年诱发症状。剪锯口和伤口是轮纹病菌另一重要侵染孔口。在剪锯口和伤口上，病菌主要从皮层侵入，侵入病菌先在皮层死组织内生长形成菌丝或菌落，然后再向皮层活组织生长扩展。冬春季形成的剪锯口在 6 月中旬前愈合，夏季形成的剪口在 3 周内愈合，伤口愈合前对轮纹病菌敏感。

5、降雨、湿度和温度的影响：降雨和高湿是导致轮纹病发生与流行的主要条件。轮纹病菌孢子的释放与传播离不开雨水，孢子的萌发及萌发孢子在枝干表面的定殖需要降雨或 95%以上的高湿，干腐病枝在 2 周内若不失水干枯，坏死皮层就能形成大量的分生孢子，干腐病斑遇持续 2 周以上的阴雨，就能形成子囊孢子。6-9 月份雨季是轮纹病菌的产孢和侵染高峰期，也是防治轮纹病的关键时期。轮纹病菌侵染发病的最适温度为 28℃左右，当温度低于 15℃，病菌的活动受到明显的抑制。

6、病菌扩展与致病：枝条失水、受伤或长势衰弱都能降低苹果枝条对轮纹病菌的抗性，导致潜伏和病瘤内病菌迅速生长扩展，诱发干腐病斑或马鞍状病斑。正常生长的枝条对轮纹病菌都有抗性，轮纹病菌无论从气孔、皮孔或伤口侵入，寄主在病菌的侵染部位都能形成增生和木栓化组织，抑制了病菌的生长扩展，寄主组织的增生和木栓化，外观表现为病瘤。然而，当枝条失水、受伤或长势衰弱时，寄主抗性减弱或完全失去抗性，病菌趁机突破寄主的抗性组织的屏障，迅速生长扩展，导致皮层坏死，形成干腐病斑。若枝干抗性恢复快，扩展病菌停止生长，仅形成小的坏死斑，发展为马鞍

状病斑。当树体受干旱胁迫，叶片开始萎蔫时，枝干上就能见到大量干腐病斑。剪锯口、环剥口上形成的干腐病斑主要是枝干受伤后，潜伏在枝干表层的病菌迅速扩展造成。

7、果实侵染与发病：苹果果实从落花到采收都能受到轮纹病菌的侵染。苹果幼果果肉细胞体积小，分裂旺盛，木栓化速度快，对轮纹病菌的抗性强。果实膨大后，果肉细胞体积大，木栓化速度慢，抗性减弱。8月份前果实抗病性强，侵染的病菌生长扩展很慢，因此，生长早期侵染的病菌直到8月中旬之后，才陆续诱发病害。8月份以后，在较短的时间内就可以诱发病害。

8、寄主抗病性：富士易感轮纹病，受害相对严重；嘎啦等品种对轮纹病具有一定的抗性，轮纹病危害相对较轻。苹果砧木中，M26对轮纹病菌敏感，以M26为中间砧的富士品种，轮纹病发病尤为严重。在烟台苹果产区，富士苹果的果实自5月中旬果实脱毛至8月下旬对轮纹病菌敏感，枝条自6月初至8月下旬对轮纹病菌敏感。

六、轮纹病的防控策略

苹果树自苗期就可以受到轮纹病菌的侵染，而且病菌能在枝干上逐年积累，当病菌积累到一定数量后形成严重危害。因此，对于新建果园的轮纹病，需从苗期和幼树期开始防治，保护枝干和伤口不受病菌侵染；发病后及时铲除侵染病菌，防止病菌积累；同时，加强树体管理，保持健旺树势，防止病菌扩展致病。对普遍带菌的老果园，应采用保护枝干和剪锯口、铲除侵染菌源和增强树势为主的综合管理措施，逐步减少果园内侵染菌源量，最终实现对轮纹病的有效控制。具体措施包括“清、护、健、治”四个方面：

1、清除菌源：彻底清除侵染菌源，减少侵染菌源量是对树体最好的保护，也是防治轮纹病的重要技术措施。

2、保护树体和果实：当无法彻底清除侵染菌源时，及时保护枝

干、剪锯口、伤口和果实，防止或减少病菌的侵染量就成为防治轮纹病的主要措施。

3、健树栽培：防治轮纹病的基础措施。通过水肥管理、花果管理等措施，保持健旺树势，能有效抑制潜伏病菌的生长、扩展、致病和产孢，降低带菌树体的发病率，减少病菌的再侵染。

4、病斑治疗：防治轮纹病的补救措施。树体发病后，采用刮治病斑、病瘤、涂药等技术措施治疗病斑，逐步恢复树势，防止其继续危害。

七、防治技术措施

（一）清除侵染菌源

1、冬春季清园：结合冬春的修剪与清园，刨除死树、病树和弱树；锯除死枝、病枝和弱枝；剪除腐烂病枝、干腐病枝和带病枝条；刮除枝干上的死皮、翘皮、粗皮、腐烂病斑等，清除潜带病菌的枝干和组织。

2、春季清园喷干：轮纹病常发区或发病严重的果园，于3月中下旬修剪并清园后，全园喷布一遍铲除剂。铲除剂可用自制石硫合剂，或100倍波尔多液，或成品石硫合剂。石硫合剂与100倍波尔多液可隔年交替使用。当上一年度雨水多，病害严重时，可喷施100倍波尔多液。当上一年度干旱，虫害严重时，可喷施自制石硫合剂或成品石硫合剂。

3、生长季节清园：5-8月，每月巡查果园一次，发现死树、死枝，及时锯除，并销毁。发现腐烂病斑和较大的干腐病斑，自病斑以下5~10cm处剪除整个枝干或树体（幼树），并销毁。当剪除或锯除病枝对树体或产量影响较大时，彻底刮除病组织，涂布病斑治疗剂。对于较小的干腐病斑，涂布病斑治疗剂，防止病斑产生和释放孢子。

4、废弃枝条处理：苹果树修剪下来的枝条要及时销毁。不能及时销毁的废弃枝条搬离果园 1 千米以外，或者用麦草、玉米秸、塑料膜等盖严，防止枝条产孢，并释放子囊孢子。

5、采穗圃和育苗圃：采穗圃和育苗圃需远离老果园 3 千米以上，建议在非苹果产区培育苹果苗木。采穗圃和育苗圃内及周边 1 千米不能栽植苹果、海棠、梨等蔷薇科植物，不能以杨树、柳树、槐树等树木作绿化树或防风林。及时销毁废弃的苗木、枝条、接穗、及育苗用的杂物，保持采穗圃和育苗圃内及周边环境清洁。

（二）保护树体和果实

1、保护剪锯口：树体修剪当天，或 24 小时内，用剪锯口保护剂涂布剪锯口。剪锯口保护剂需覆盖整个剪锯口。对直径超过 3cm 的剪锯口，涂布剪锯口保护剂后，再贴一层不透水不透气的蜡纸或塑料膜。

2、保护其他伤口：轮纹病常发区或发病严重的果园，刻芽、环剥、抹芽等管理措施形成伤口后，立即涂布伤口保护剂。

3、2-4 年生幼树枝干保护：轮纹病常发区或发病严重的果园，于 3 月中下旬修剪并清园后，或 6 月份雨季前，用涂干剂涂布整个树干，或至少用病斑治疗剂涂布患病部位。

4、新植幼树保护

1) 苗木控制：不购置带有轮纹病瘤的苹果苗木；不建议从老果园附近的苗圃购置苹果苗木，更不能购置在老果园内培育的苹果苗木。

2) 苗木带菌量检测：苹果树完全落叶后，从苗圃内随机起苗 10-20 株，栽植于花盆内，移到 20-25℃ 环境下。栽植时浇足水分后，后期不再浇水，让苗子自然失水，诱发干腐病斑。10-20 天后，检查苗子上有无干腐病斑及病斑的数量。当苗木上出现大量干腐病斑，

或因干腐病斑死苗时，表明该批苗木上潜带有大量轮纹病菌，不能栽植。

3) 栽植前处理：对于带菌量较少的苗木，栽植前的2-3天，剔除病株，剪除嫁接口上方的枯死桩，并涂布剪锯口保护剂，再用苗木处理剂喷淋整株苗木，直到根部有药液流下为止，然后用塑料膜包严，保湿24~48小时，使药液能渗入寄主组织内。也可用专业的苗木处理剂处理苗木。

4) 幼树涂干：于5月份新植幼树全部萌芽后，用涂干剂涂布整个枝干。涂干时应避开幼芽，防止药害。

5) 成年树保护：苹果生长季节每次喷药都要将药液喷布到枝干上，或至少保证5、6、7、8四个月，每月都有一次杀菌剂喷布到枝干上，使枝干所有部位都均匀着药。防治叶部和果实病害的杀菌剂都能有效保护枝干不受轮纹病菌的侵染，并能抑制在枝干浅层定殖病菌的生长扩展。6、7月份雨季，倍量式波尔多液对枝干的保护效果较为理想。

6、果实保护

1) 套袋保护：套袋是保护果实不受轮纹病菌侵染的最有效措施。5月下旬至6月上旬，所有果实套纸袋或塑膜袋。

2) 喷药保护：轮纹病常发区或发病严重果园内的未套袋果实，自5月中旬至9月底果实敏感期，每次遇降雨时，都要有有效杀菌剂保护。具体应根据气象预报，于雨前喷药保护。药剂尽量选用持效期长的保护性杀菌剂。

7、苗木保护：在轮纹病常发区培育苹果苗木，剪砧后立即在剪口涂布剪锯口保护剂，抹芽和解绑后立即喷布杀菌剂保护。雨季定期喷施杀菌剂保护枝干和叶片，多雨季节喷药间隔期不能超过10天。

(三) 健树栽培

1、水管理：干旱季节及时浇水，防止树木受旱；降雨季节及时排水，防止树木受涝；施肥或追肥防止肥料烧根，能有效阻止潜伏病菌扩展致病，控制轮纹病的发生与危害。

2、养分管理：按照苹果树的需肥规律及时施肥、追肥和喷施叶面肥，并防止施肥伤根，保持树木健旺生长，可有效控制轮纹病的发生与危害。

（四）病斑治疗

1、病瘤治疗：当枝干上的病斑以病瘤为主，马鞍状病斑较少时，可于3月份或6月中旬雨季前，轻轻刮除或用钝器荡除病瘤后，用病斑治疗剂涂布病处。

2、粗皮和病斑治疗：当枝干上的病斑以粗皮或马鞍状病斑为主时，可于3月份或6月中旬雨季前，用利器刮除枝干表层的病斑和坏死组织，然后用病斑治疗剂涂布病部。

3、幼树和弱树：对于4年生以下的幼树，或者弱树上的病斑，不要刮治，可直接涂布病斑治疗剂。

4、雨后及时喷药：5-8月份，遇持续时间超过1周的降雨，降雨结束或降雨期间，结合其他病害防治喷施杀菌剂，以铲除降雨期间在表层定殖的病菌。连续阴雨过后，或进入8月份，应特别定期喷药防治由气传孢子所造成的侵染。遇雨量超过20mm，持续超过3天的降雨时，若雨前喷施杀菌剂的持效期已过，雨后1-2天内立即喷施杀菌剂。

八、防治药剂

（一）石硫合剂

春季清园使用，可清除枝干表层的病菌，杀灭绵蚜、蚧类、红蜘蛛等越冬害虫，且能在枝干上形成一层药剂保护膜，在生长季节保护枝干不受轮纹病菌和其他病菌的侵染，同时阻止弱寄生菌在枝

干上生长繁殖，减少霉心病、果实斑点病等病菌的来源。石硫合剂有自制石硫合剂和成品石硫合剂两类，其中自制的新鲜石硫合剂对病虫的防治效果好于成品石硫合剂。

1、**自制石硫合剂**：按生石灰:硫磺粉:水=1:2:10-15 的比例熬制，春季清园使用浓度为 3-5 波美度。

2、**成品石硫合剂**：按厂家推荐剂量使用。

(二) 波尔多液

波尔多液的主要杀菌成份是铜离子。硫酸铜与生石灰混配后，石灰可将铜离子包被形成络合态的铜，减少了铜离子与植物体的直接接触，避免了铜离子对植物体的直接伤害；同时，石灰将铜离子固着在植物表面，增强其耐雨水冲刷能力，延长药剂的持效期。常用的波尔多液有三种，配制方法都是将硫酸铜溶液缓慢的倒入石灰浆中，边倒边搅拌。

1、**波尔多浆**：配比为硫酸铜:生石灰:水=1:3:15，混加 0.5% 植物油、豆粉、淀粉等，以增强其耐雨水冲刷的能力。波尔多浆主要用作涂干剂，与专业涂干剂相比，波尔多浆的保护期相对较短。

2、**100 倍波尔多液**：配比为硫酸铜:生石灰:水=1:0.5:100。当果园内枝干病害严重、虫害稍轻时，可考虑用 100 倍波尔多液喷干清园。与石硫合剂相比，波尔多液的优点在于其中的铜离子可随雨水渗入更深层寄主组织，抑制病菌的生长。

3、**倍量式波尔多液**：配比为硫酸铜:生石灰:水=1:2:200，主要用于生长季节随叶果病虫害的防治喷干，保护枝干在雨季不受轮纹病菌的侵染，并抑制枝干表层病菌的生长与扩展。

(三) 涂干剂和病斑治疗剂

1、**涂干剂**：理想的涂干剂应能在枝干上形成一层透气、透水、且耐雨水冲刷的物理保护膜层，膜内含有少量杀菌剂，膜层可阻止

外来病菌的侵染，对枝干的保护期维持一年以上。膜中杀菌剂遇雨后能缓慢释放到枝干表面，并渗入枝干表皮组织内，抑制病菌的生长扩展，阻止病菌孢子的萌发与侵染。涂干剂主要用于涂布 1-4 年生幼树枝干，其作用是保护枝干不受轮纹病菌和腐烂病菌的侵染，并抑制定殖病菌的生长与扩展。

2、病斑治疗剂：与涂干剂相比，病斑治疗剂含有更高浓度的杀菌剂，除此以外，其他成份一致，理化特性一致。病斑治疗剂主要用于涂布病斑，或刮治后涂布病部，其作用是抑制病部的病菌生长扩展与产孢。

市场上有多种专业的涂干剂和病斑治疗剂。如果找不到理想的产品，可用无毒、无害、无味、环保、耐雨水冲刷的建筑内墙涂料作为基质，混加化学杀菌剂后，作为涂干药剂或病斑治疗剂使用。波尔多浆是较好的涂干剂，但其保护期相对较短，建议在 6 月份雨季前使用。

（四）剪锯口保护剂

理想的剪锯口保护剂应在剪锯口上形成一层不透水、不透气、且附着牢固的物理保护膜层，膜层内需含有少量杀菌剂和植物激素。杀菌剂可在涂布初期抑制病菌孢子的萌发和病菌的生长扩展，植物激素则在苹果生长期促进剪口愈合。膜层的保护期能维持 1 年以上。

剪锯口保护剂主要用于涂布剪锯口，保护剪锯口不受轮纹病菌的侵染。市场上有多种专业的剪锯口保护剂。如果找不到专业产品，伤口愈合剂、具有成膜效果的腐烂病防治药剂也可作为剪锯口保护剂使用。

（五）伤口保护剂和苗木处理剂

1、伤口保护剂：用化学杀菌剂加水配制，浓度为厂家推荐喷雾浓度的 5-10 倍。伤口保护剂主要用于保护因环割、刻芽、抹芽等管

理措施形成的伤口。

2、苗木处理剂：用化学杀菌剂加水配制，常混以对绵蚜等害虫有较好的防治效果的杀虫剂。药剂的剂型以乳油为好，浓度为厂家推荐喷雾浓度的5~10倍。苗木处理剂主要用于铲除或消灭苗木枝干表层和根部潜带病菌和害虫。市场上也有专业的苗木处理剂和根部处理剂。

（六）化学杀菌剂

甲氧基丙烯酸酯类药剂，如吡唑醚菌酯；三唑类药剂，如苯醚甲环唑、戊唑醇、丙环唑等；苯并咪唑类药剂，如甲基硫菌灵、多菌灵等；有机硫类药剂，如代森锰锌、克菌丹等，都对轮纹病菌的生长发育有较好的抑制效果。上述药剂的单剂，或以其为主要有效成份的复配剂都可用于防治轮纹病，喷雾时按厂家推荐剂量使用。当与其他基质混配，作涂干剂、病斑治疗剂、伤口保护剂、苗木处理剂使用时，使用剂量应比厂家推荐喷雾剂量提高5-10倍。

（七）生防治剂

部分生防制剂对轮纹病也有较好的防治效果，经室内外的试验验证后，也可推荐使用。

●本方案由体系病虫害防控研究室李保华教授、曹克强教授负责起草，体系办公室组织有关专家进行了认真讨论修订，作为苹果体系“十三五”主推技术，现发布试行。

报送：农业部科技教育司、农业部种植业管理司

发送：各苹果主产省农业厅、各功能研究岗位专家、综合试验站站长

首席科学家办公室成员

国家苹果产业技术体系首席科学家办公室

2017年5月17日印发
