

年度技术发展报告

病虫害防控研究室

一、 苹果新病害的报道

通过查阅文献，2008年10月至2009年9月在国内外不同地区又报道了一些新病害（见表1），对病毒病列出了其地域分布（表2）。

表1 2008-2009年度苹果新病害报道统计表

病害名称	病原物	发生国家或地区	文献来源	备注
真菌病害				
苹果炭疽病	<i>Colletotrichum acutatum</i>	中国 陕西、河南	张 荣等, 2009	中国新报道
苹果褐腐病	<i>Monilia polystroma</i>	匈牙利西北部	Marietta and Petróczy, 2009	匈牙利新报道
苹果锈病	<i>Gymnosporangium yamadae</i>	北美地区	Yun et al., 2009	北美新报道
细菌病害				
火疫病	<i>Erwinia amylovora</i>	欧洲 克罗地亚	Križanac et al., 2008	新报道
	<i>Erwinia amylovora</i>	非洲 摩洛哥	Fatmi et al., 2008	新报道
	<i>Erwinia amylovora</i>	太平洋岛国 贝劳	Lagonenko et al., 2008	新报道
病毒病				
苹果凹果病	苹果凹果类病毒 (ADFVd)	新疆	赵英, 牛建新, 2008	中国新报道
苹果绿皱果病	苹果皱果类病毒 (AFCVd)	新疆	赵英, 牛建新, 2009	中国新报道
苹果锈果病	苹果锈果类病毒 (ASSVd)	印度	Yashika et al., 2009	印度新报道

表2 2008-2009年度报道的几种苹果病毒病在一些国家的分布

病毒名称	分布国家	发生率%	文献来源
褪绿叶斑病毒 (ACLSV)	叙利亚	42.5	(Al-Jabor et al., 2008)
	土耳其	46.8	Birisić et al., 2008
	捷克共和国	96.5	Cieslinska and Rutkowski, 2008
苹果花叶病毒 (ApMV)	土耳其	29.75	Dursunoglu and Ertunc, 2008

苹果茎沟病毒 (ASGV)	土耳其	60.8	Birisik et al., 2008
	捷克共和国	34.5	Cieslinska and Rutkowski, 2008
	澳大利亚	69.9	Rodoni and Constable, 2008
苹果茎痘病毒 (ASPV)	捷克共和国	89.7	Cieslinska and Rutkowski, 2008
	澳大利亚	87.9	Rodoni and Constable, 2008
苹果锈果类病毒 (ASSvd)	印度	首次发现	Yashika et al., 2009
	土耳其	46	Spahoglu et al., 2009

二、国外在有害生物综合治理 (IPM) 方面的研究进展

目前的 IPM 实施情况在不同国家之间变化很大, 在同一个国家的不同地区之间也差异很大。导致这些差异的原因主要是各地有害生物种类不同, 所采取的技术措施不同, 从事 IPM 研究、示范和推广的人力和财力也不相同。国外防控苹果病虫害可以粗划分为两类方法: (1) 生物学或农业方法, 包括利用品种抗性措施, 减少或铲除有害生物群体数量, 铲除转主寄主, 田园卫生, 栽培措施, 行为防控, 生物防治; (2) 化学防治, 指施用有机或无机化学农药。大多数实施 IPM 的果园仍然是以化学防治为核心, 并致力于提高农药的有效性。例如诱捕昆虫, 病害调查监测, 利用积温模型来预测有害生物的发展及活性, 通过对天气的检测来预报是否有利于有害生物的侵染, 确定经济损失、行动阈值以帮助做出使用农药的决策。越是先进的 IPM 果园, 第一类技术措施所占的比重越大。

对害虫的防控

目前, 国外很少有对昆虫具有抗性或耐性的品种, 对其中一些害虫是通过引入性干扰剂和有益生物来进行防控。传统的对害虫的调查包括直接在叶片或果实上计数, 现在主要是通过性诱剂和积温模型来预测有害生物发生数量, 以指导果农在关键时期进行化学药剂保护。

澳大利亚 (塔斯马尼亚州)

当地主要有 4 种害虫和两种病害, 当地 IPM 主要采用监测、栽培、化学和生物方法控制这 4 种害虫, 当监测显示对淡褐卷叶蛾需要进行干预时, 就使用一次杀虫剂或悬挂性干扰剂, 这种方法对苹果蠹蛾在群体数量较低时也有很好的控制作用, 但如果蠹蛾数量较大时, 则要单独使用一次药剂。所用的药剂是高度选择性的, 不会杀伤天敌和益螨。

美国东北部和加拿大

美国东北部和加拿大有多种有害生物, 如加拿大魁北克有 9 种主要害虫、20 种次要害虫、3 种害螨和 11 种病害。生物学或栽培措施包括性干扰、药剂处理的诱捕器、天敌昆虫的引入。是否使用化学药剂是通过调查、积温模型、以及视觉的或性诱剂监测, 并且与经济损失阈值结合起来确定。在加拿大对果园周边 20 米的范围也要在春季防治蠹蛾、苹果实蝇, 以及从周边野生寄主进入果园的有害生物。对周边的防控有两个好处, 一是能减少防治这两种害虫的花费, 二是能够增强对其他有害生物如潜叶蛾、蚜虫和螨类的自然防控。受果园大小和形状的影响, 杀虫剂的减幅变动在 50% 至 90% 之间。

对病害的防控

在国外有三种主要病害发生非常普遍，即苹果黑星病、白粉病和火疫病，次要病害包括霉污病、蝇粪病、锈病、溃疡和果腐。在英国东茂林，一个计算机软件系统已被用于预测黑星病、白粉病、溃疡病、果腐病和火疫病。这个系统利用天气、品种感病性和接种体数量信息预测病害的发病率，并对具体的果园发布每种病原物侵染风险的预警。其目的是优化杀菌剂使用的时间。也有其他的一些模型用于优化某一果园杀菌剂使用的决策，如 Maryblyt 用于火疫病，RIMpro 用于黑星病。RIMpro 除了能计算黑星病菌侵染时期外，还能给出黑星病风险等级，并且能够将子囊孢子成熟度模型的计算结果输入到决策系统中去。

黑星病是国外苹果产区最主要的病害，并且也耗费了最多的杀菌剂和有害生物防治费用。例如，在新西兰防治黑星病的花费大约占整个化学防治费用的 50%。在加拿大魁北克仅苹果黑星病一个病害占了整个魁北克省所有化学农药的 9.5%，所以它是魁北克最严重的植物病害。典型的黑星病 IPM 项目是以预警系统为核心，包括（1）监测天气的气象设备，用于预测黑星病侵染时期，（2）一个表、图或已经程序化的电子监测器，用于帮助计算黑星病侵染时期，（3）根据侵染时期的分布和严重程度使用杀菌剂的策略，（4）通知果农有关侵染信息的快速传播方式。这个项目是用于改进杀菌剂在使用时间上的有效性。抗病品种对黑星病有控制作用，但至今没有被广泛使用和接受。

澳大利亚（塔斯马尼亚）

在塔斯马尼亚，IPM 果园涉及最多的两种病害是黑星病和白粉病，如果需要使用杀菌剂时，这种杀菌剂必须是对螨类没有伤害的。通过田园卫生减少黑星病的初始菌量以及通过农业措施减少白粉病的侵染条件也是塔斯马尼亚有害生物综合治理的一部分，但是，这些措施并没有与防治这些病害减少化学药剂使用量的策略结合起来。

美国东北部和加拿大

在美国东北部地区最好的 IPM 项目是用于防治黑星病。除了上面所描述的预警系统外，它还包含两个新的策略：（1）黑星病风险行动阈，这个阈值能够将高风险果园和低风险果园区分开，在低风险果园可以通过使用不伤害天敌以及不具有抗药性的药剂来减少每年的用药次数和用量。例如，如果秋季调查在 600 个枝条上被黑星病侵染的叶片少于或等于 50 个，则采取如下措施：a. 将首次用药时间推迟（花芽露红时使用）；b. 加大两次用药之间的间隔期；c. 使用标签建议的最小的剂量；d. 在夏季较早地结束对落叶的喷雾；e. 选择对天敌没有伤害甚至对黑星病防效稍低的药剂；f. 避免花费较高的杀菌剂混合使用。（2）田园卫生行动阈，它能够鉴别出中等风险程度的果园，在这种果园可以采取田园卫生的方法减少子囊孢子的数量，这样果农就可以按低风险果园进行药剂管理。例如，如果在秋季调查 600 个枝条，被黑星病感染的叶片在 50-100 之间，则通过田园卫生方式减少子囊孢子接种体的数量，这样就可以按照以上低风险果园进行管理。行动阈值提高杀菌剂效能主要是通过（1）在低风险果园减少杀菌剂的施用剂量，（2）在中等风险的果园通过田园卫生的方式减少经济花费，（3）在高风险果园给果农发出预警进行整个季节的杀菌剂防护。在低风险果园果农所选择的某项技术以及每次杀菌剂使用的时间取决于品种的感病性、降雨频率和降雨量、其它病害杀菌剂的使用、以及杀虫剂的使用。

用于黑星病的行动阈类似于昆虫学家防治害虫的方法：（1）诱集害虫并计数，（2）将诱集的数量与预测的发生量建立联系形成行动阈，（3）根据与行动阈有关的决策规则推荐采取适

宜的防控措施。然而，由于引起初始侵染的病原物子囊孢子很微小，所以黑星病风险和田园卫生行动阈主要是基于秋季对感染黑星病的叶片数量估测获得的。

三、 国外在苹果病虫害及防治技术方面的研究进展

1 苹果黑星病

流行规律：Stensvand 等研究了北欧地区苹果黑星病在持续光照和低温期间子囊孢子释放。在黑星病发生期间，黑暗可以抑制子囊孢子释放，在湿度满足的情况下，随着光照时间的延长和温度的升高，子囊孢子累积的释放率显著提高。Carisse 等研究报道了夏季杀菌剂喷施行动阈值和苹果黑星病发病率的序贯抽样调查方法。Singh 等通过对喜马拉雅南麓苹果黑星菌潜伏子囊孢子的数量的监测认为子囊孢子的释放的季节性变化在不同果园是不同的，潜伏子囊孢子的数量在管理不善的果园比在整体管理好的果园高出 50 多倍。Zhang 等利用 14 个微卫星标记法研究了宾西法尼亚州苹果黑星病流行期间的病原菌的基因型变化情况。

品种抗病性：Vogler 的研究结果表明，常规选育的品种当中，病原菌侵染以后或潜叶蝇寄生以后叶内萜烯类化学物质变化明显，而在转基因的抗性品系中却没有变化。Petkovsek 利用液相质谱分析仪测定不同抗感黑星病苹果叶部的石炭酸含量，结果表明具有抗感作用的苹果品种叶内石炭酸组分随季节的变化而变化，叶部酚类物质的含量在 8 月份最高，而总的酚类物质和单独的石炭酸在抗病品种比感病品种高。Leccese 等对抗黑星病品种“GolaRush’ 和 ‘Florina” 的果肉和表皮抗氧化剂的特性进行了研究，发现抗氧化剂和苯酚的含量在果皮中比在果肉中多，且抗病品种中抗氧化剂和苯酚含量高于感病品种。

抗病育种与抗病材料的利用：Hampson 对 16 个利用带有部分抗性的亲本杂交系谱来研究苹果对黑星病的抗性，其中 13 个系谱至少 30% 的种苗具有潜在的可以使用的部分抗性。Beckerman 评价了一种栽培长达 33 年之久的观赏树 Crabapples 对黑星病的抗性。发现了对黑星具有持续抗性的品种。Sestras 利用 BSA、MAS、RAPD 技术来检测分析，发现各批之间的聚合带大多数与苹果对黑星病的抗性基因有关。父母本分子聚合的基因连锁对黑星表现出抗性。Soriano 等报道了荷兰对苹果黑星具有抗性的一种新的 Vd3 基因。Bowen 等通过 cDNA 库构建，将表达序列标签分析 (ESTs) 应用在苹果黑星病原菌潜在效应基因鉴定上。Jones 等研究苹果黑星病菌的一种新型分泌蛋白的异源表达、同位素标定和 Cin1 免疫特性。Broggini 等利用分子标记对克隆的第一个苹果抗病基因 HcrVf 进行了基因位点鉴定，发现只有连锁群 1 和 6 所载 HcrVf2 同源基因。荷兰 Wageningen 大学学者的研究显示，采用转基因表达大麦转基因的苹果能够抵抗苹果黑星病，危害可减轻 60%。他们从嘎拉 (Gala)、Elstar 等商业化的苹果品种中开发了几个抗黑星病的品系，也通过传统育种方法开发出一全新品系 Santana。Szankowski 用不同长度的启动子控制 HcrVf2 基因的渗透获得了高抗黑星病的转基因苹果系 ‘Elstar 和 Galaxy。Kellerhals 等对育种中选育一些聚合品种 (多基因抗性品种) 应用辅助标注筛选的方法 (MAS) 分析杂交品种，这种方法可以发现植物所携带的多个抗性基因。

病害防控技术：Geddens 报道了美国杜邦公司开发出的一种新型杀菌剂 DPX-LEM17。Bengtsson 等利用丝兰提取物和苯并噻二唑对苹果黑星病防效进行了比较研究，丝兰提取物和苯并噻二唑对减少苹果黑星病的病斑和抑制叶片上病原菌孢子形成有相似效果，而作用方式不

同。Hossain 报道了拮抗细菌荧光假单胞菌 BK3 及其胞外蛋白对苹果黑星病菌孢子生长的抑制作用。Kohl 对抑制黑星病原菌分生孢子产生的拮抗剂进行了筛选和果园内的测试，发现枝状芽孢霉 H39 是一种对苹果黑星病的防治非常有希望的生防菌。Percival 研究认为成膜聚合物利用是现有控制苹果黑星病技术的有利补充。

抗药性研究：CHAPMAN 等对美国印第安纳州和密西根州的苹果园对黑星病的抗药性情况进行的调查发现，病原菌对甲基托布津和多果定都产生了一定的抗（耐）药性；COX 等在美国东北部进行了黑星病菌对脱甲基化抑制剂和醌类杀菌剂产生抗药性的测定，发现病原菌对腈菌唑、腈菌酯产生了抗药性，十二烷胍对黑星病抗性的产生将很快重新出现。CROMWELL 对佛蒙特州有机苹果病害管理中利用替代杀菌剂的碳酸氢钾、印楝油和枯草芽孢杆菌、石硫合剂优缺点进行了研究报道。HENRIQUEZ 等发现智利苹果黑星病菌已对大多数药剂都有抗性产生。LESNIAK 用 PCR 的方法非常有效的揭示了病原菌对 Qo1 杀菌剂的产生抗性是由于黑星病原菌田间群体的线粒体粒腺体细胞色素 b 基因 G143A 位点突变所致。QUELLO 利用分子手段（RFLP）和菌丝生长法对苹果黑星病菌对苯并咪唑产生抗药性菌株分别进行了检测，并对两种技术产生的结果进行了比较。

2 苹果霉心病

毒素研究：在苹果腐烂过程中，燕麦镰刀菌所产生的高浓度真菌毒素可能会给消费者和苹果加工带来不便。在人工接种和自然发病的苹果中，Sorensen 等用 LC-MS/MS 方法检测到了燕麦镰刀菌产生的串珠镰刀菌素（moniliformin），吡喃酮（acuminatopyrone），chrysogine，厚垣孢素（chlamydosporol），抗生素 Y（antibiotic Y），黄色镰刀菌素（aurofusarin），2-amino-14, 16-dimethyloctadecan-3-ol(2-AOD-3-ol)，环肽类抗生素（enniatins）A, A1, B, B1, B2 和 B3 这 13 种代谢物。人工接种实验发现，在 14-21 天内大多数代谢物产量在不同的时间出现了最高值；20 个自然发病的果实中有 17 个可以检测到 1 种或多种燕麦镰刀菌代谢物，其中 14 个病果中含有 moniliformin, antibiotic Y, enniatins 和 aurofusarin。

传播介体：Van der Walt 等人发现蚜虫与苹果霉心病的发生有关系，认为蚜虫可以携带病原真菌的孢子或菌丝体在果实内部加快霉心病的发生。

病果检测技术：苹果霉心病难以从外部观测，这个问题在 2009 年有了新的突破。Shenderoy 等人经过努力应运近红外线 NIRS 进行整果检测，这个方法的检测准确率非常高（92%）。

3 生防菌株及植物提取物的筛选

Lindow 等（2008）和 Mikani 等（2008）筛选到荧光假单胞菌分别用于防治苹果火疫病和苹果灰霉病。Kohl 等人（2009）测定了炭疽菌 *Colletotrichum cladosporioides* H39 在田间对 *Venturia inaequalis* 孢子萌发抑制率在八月初可达到 69%，八月中旬达到 51%，抑制作用可以持续六周左右。

Bengtsson 等人（2009）用丝兰提取物（yucca extract）有效地抑制 *Venturia inaequalis* 孢子萌发，主要抑制病原菌侵染初期的一系列过程，比如附着和侵入，在上游调控两个 PR 蛋白（PR1 和 PR8）参与的苹果防卫机制，而阿拉酸式苯-S-甲基（acibenzolar-S-methyl, ASM）对整个侵染过程都有抑制作用。

4 苹果病毒的检测

Paunovic 和 Jevremovic (2008) 用 DAS-ELISA、指示植物和 RT-PCR 方法均可检测到 ACLSV。DAS-ELISA 可用于 ACLSV 的常规检测；RT-PCR 检测 ASPV 和 ASGV 的准确率和效率高，DAS-ELISA 仅能检测到花瓣中的 ASPV 和 ASGV，不能用于常规检测。Massart 等 (2008) 开发了双重 RT-PCR 检测技术，同时在一个 PCR 管中检测两种病毒，ASPV-ASGV、ACLSV-ApMV、PDV-PNRSV。Mathioudakis 等 (2009) 设计了点印迹巢式 RT-PCR (spot nested RT-PCR) 检测 ASPV，作者认为该方法快捷、简单、灵敏度高、检测范围广，能够克服病毒分子变异造成的检测结果阴性。

5 火疫病菌的检测

国际上建立的火疫病菌的分子检测技术主要基于该菌所含有的对于其致病力至关重要的 pEA29 质粒序列 (Lehman et al., 2008)。但自然发病的植物中也存在具有致病力但不含 pEA29 质粒的梨火疫病菌。因此，依赖 pEA29 质粒序列的检测方法存在一定的缺陷。许多国家的研究人员正在加强研究，设法改进 (Lehman et al., 2008)。

6 病害生物防治

生物防治 (Sundin et al., 2009; Johnson et al., 2009) 和抗病品种 (Russo et al., 2008; McGrath et al., 2009) 的选育成为火疫病防治中重点关注的热点，已经有一些商品化生产的生防制剂，但还没有哪种能够完全解决生产中火疫病的危害问题。同样，单一措施也不能解决生产中的根癌病问题 (Grimm, 2008)。在俄勒岗、加拿大和西班牙不能用生防菌株 K84 预防苹果根癌病的发生 (Pscheidt, 2009)。因此，K84 生防菌株没有被推荐用于预防苹果根癌病。Xiao 等人 (2009) 在苹果采摘前两周内用杀菌剂啶酰菌胺 (Boscalid) 和唑菌胺酯 (Pyraclostrobin) 混剂有效防治由 *Botrytis cinerea* 和 *Penicillium expansum* 引起的富士和红帅果实采后病害。杀菌剂咯菌腈 (Fludioxonil) 和啉霉胺 (Pyrimethanil) 对 *Penicillium expansum* 引起的青霉病的药效至少达七个月以上，即使果实被水冲刷后依然能保留大部分的药效。

7 鳞翅目害虫的防治

美国对苹果蠹蛾性信息素迷向防治技术进行改进研究，利用定时喷雾方法对性信息素进行缓释，在散放器内装上芯片，可以定时自动喷散性信息素，另一项研究用胶带将散发器缠到树冠上，目前正在试验研究，提高利用性信息素的实用性。美国进行了卷叶蛾对不同颜色诱捕器的趋性观察。建议使用黄、红、橘黄色诱捕器监测。新西兰科学家利用性诱剂迷向和苹果蠹蛾病毒结合进行试验，取得了良好的防治效果。在日本得到推广应用的还有防治茶小卷叶蛾、苹果透翅蛾、苹果卷叶蛾类的单向迷向剂，以及防治桃小食心虫、梨小食心虫、苹果卷叶蛾类、金纹细蛾和防治桃小食心虫、梨小食心虫、桃潜叶蛾、卷叶蛾类等的复合迷向剂。防治对象树种主要有苹果、梨、桃、梅、茶等果树。目前每年使用面积大约在 10 000hm² 以上。2009 年美国加州农业食品局植保植检处对检疫性害虫苹果淡褐卷叶蛾继续进行监测和防控技术研究，组成应急处置组，有 164 人参与行动，目前在 18 个县布置 28381 个诱捕器，每两周检查 1 次，根据联邦检疫法和发生地 2512 个单位签订了处置协议，在发生地外运苗木必须提前处理，发现检疫对象要进行销毁。2009 年计划进行 2 项铲除技术研究，即在发生地边缘地带使用性诱剂胶条

迷向技术处理和利用不育技术铲除，目前正在进行大量饲养、辐射、收集、释放、效果评估等各方面工作。计划在 2009 年 9 月在 NAPA、SONOMA 县释放试验。

瑞士科学家进行了不同苹果品种对苹果蠹蛾及潜叶蛾的抗性研究，进行数量遗传基因定位图研究，寻找抗性基因进行标记。加拿大科学家观察了植物喷洒油对卷叶蛾产卵的影响，发现喷洒油对卷叶蛾有明显趋避作用。

8 蚜螨类的防治

由于国外苹果园多数采用生草栽培，在食心虫利用性信息素防治以后，注意保护蚜螨天敌，蚜螨危害性降低，目前研究防治技术较少。美国华盛顿州立大学研究了 3 种含硫制剂对叶螨及其天敌捕食螨的致死、亚致死作用，提出合理使用硫制剂保护天敌的方法，并对叶螨抗药性进行了监测。智利研究了不同苹果砧木对苹果绵蚜的抗性，绵蚜在不同地区的生理分化。约旦科学家比较了 9 个苹果品种对苹果绵蚜的抗性，认为富士最敏感，金冠、Prima Rouge, Early Gold, Starking Delicious, Golden Smoothee, 比较抗绵蚜，而 harmone 品种表现为免疫，建议可以从中发现抗虫基因，或筛选出抗虫砧木。

四、世界苹果市场对安全生产的要求变化

1 苹果需求国或地区对农药残留的要求变化

各国对农药残留的限制变化：欧共体从 2008 年 9 月 1 日起，对 14 种农药修订了最高农药残留限定标准，其中和苹果高度相关的有矮壮素、福美双降低了最高农残限量，所有成员国实行统一标准。英国从 2010 年起，对儿童食品进行严格检测，降低部分农药最高残留限量，和我国目前使用的药剂相关的药剂有噻虫嗪、萘乙酸等，从 2009 年开始每季度进行一次检测，并公布检测结果。2009 年台湾从日本进口的苹果检测出未知农药成分，宣布禁止卸货。香港对市场苹果样品进行分季度抽检，没有发现农药超标的现象。从澳大利亚农林渔业部公布的 11 个主要苹果进口国农残最高限量标准中，欧盟仍在各项指标中最为严格的。农药残留量仍是苹果进口国必检的科目之一。

2 苹果需求国或地区对危险检疫性生物的要求变化

欧盟——地中海合作组织对检疫性病虫害的联合预警：成员国将检疫性害虫分为三类管理，即重点检疫对象，警惕检疫对象和常规检疫对象，并对对象列表每年更新。印度专门对实蝇类的侵入风险进行了评估，美国收集了各个国家关于农产品的重要检疫对象，其中和苹果出口相关的苹果、梨的重要检疫对象如下：

表 3 苹果进口国重点检疫对象

国家	苹果、梨重点检疫对象
阿根廷	梅象甲 (<i>Conotrachelus nenuphar</i>) 樱桃食心虫 (<i>Cydia packardii</i>) 苹小果蠹 (<i>Cydia prunivora</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>) Sapote fruit fly2 (<i>Anastrepha serpentina</i>)

	火疫病 (<i>Erwina amylovora</i>)
亚美尼亚	梨小食心虫 (<i>Cydia molesta</i> = <i>Grapholita molesta</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
阿塞拜疆	梨小食心虫 (<i>Cydia molesta</i> = <i>Grapholita molesta</i>) 苹果实蝇 1 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
巴西	刘氏短须蛾 (<i>Brevipalpus lewisi</i>) 梅象甲 (<i>Conotrachelus nenuphar</i>) 苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>) 苹小果蠹 (<i>Cydia prunivora</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>) 太平洋叶螨 (<i>Tetranychus pacificus</i>) 火疫病 (<i>Erwina amylovora</i>) Rusts (<i>Gymnosporangium</i> spp.) 苹果叶斑病 (<i>Phyllosticta solitaria</i>)
多米尼加共和国	苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>) 地中海实蝇 (<i>Ceratitis capitata</i>) 桔小实蝇 (<i>Bactrocera dorsalis</i>)
厄瓜多尔	苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>) 桔小实蝇 (<i>Bactrocera dorsalis</i>) <i>Rhagoletis</i> spp.
埃及	梨园蚧 (<i>Quadraspidiosus perniciosus</i>) 桃条麦蛾 (<i>Anarsia lineatella</i>) 苹果蚜虫 (<i>Aphis pomi</i>) 葡萄粉蚧 (<i>Pseudococcus maritimus</i>) 苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>) 苹果绵蚜 (<i>Eriosoma lanigerum</i>) 苹果全爪螨 (<i>Panonychus ulmi</i>) 火疫病 (<i>Erwina amylovora</i>) 苹果黑星病 (<i>Venturia inaequalis</i>)
欧共体	樱桃食心虫 (<i>Grapholita packardi</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>) 樱桃细实蝇 (<i>Rhagoletis indifferends</i>) 苹果象甲 (<i>Tachypterellus quadrigibbus</i>) 褐腐病 (<i>Monilinia fructiciola</i>)
格鲁吉亚	梨小食心虫 (<i>Cydia molesta</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
印度尼西亚	樱桃黑实蝇 (<i>Rhagoletis fausta</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
约旦	梨园蚧 (<i>Quadraspidiosus perniciosus</i>) 苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>) 实蝇类 火疫病 (<i>Erwina amylovora</i>)
卡萨克斯坦	梨小食心虫 (<i>Cydia molesta</i>)

	苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
摩洛哥	苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
挪威	苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>) 梨园蚧 (<i>Quadraspidiosus perniciosus</i>)
秘鲁	桔小实蝇 (<i>Bactrocera dorsalis</i>) 梨小食心虫(<i>Cydia molesta</i>) 苹小果蠹 (<i>Cydia prunivora</i>)
俄罗斯	梨小食心虫 (<i>Cydia molesta</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
沙特阿拉伯	梨园蚧 (<i>Quadraspidiosus perniciosus</i>)
南非	墨西哥实蝇 (<i>Anastrepha ludens</i>) 苹果全爪螨 (<i>Eotetranychus pruni</i>) 六点叶螨 (<i>Eotetranychus sexmaculatus</i>) 加拿大叶螨 (<i>Tetranychus canadensis</i>) McDaniel spider mite (<i>Tetranychus McDaniel</i>) 太平洋叶螨(<i>Tetranychus Pacificus</i>) 肖氏叶螨 (<i>Tetranychus Schoenei</i>) 南美实蝇 (<i>Anastrepha Fraterculus</i>) 西印度实蝇 (<i>A. mombinpraeoptans</i>) 桔小实蝇 (<i>Bactrocera Dorsalis</i>) 梨小食心虫 (<i>Cydia molesta</i>) 昆士兰实蝇 (<i>Dacus tryoni</i>) mite2 (<i>Eotetranychus pruni</i>) 六点叶螨 (<i>E. sexmaculatus</i>) 梨木虱(<i>Psylla pyricola</i>) 苹果实蝇 (<i>Rhagoletis pomonella</i>) 加拿大叶螨 (<i>Tetranychus canadensis</i>) 太平洋叶螨 (<i>T. pacificus</i>) 肖氏叶螨(<i>T. scheoenei</i>) 山楂叶螨 (<i>T. viennensis</i>)
台湾	苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>) 梅象甲 (<i>Conotrachelus nenuphar</i>) 西花蓟马 (<i>Frankliniella occidentalis</i>) 苹果蠹蛾 (<i>Rhagoletis pomonella</i>)
委内瑞拉	苹果蠹蛾 (<i>Cydia pomonella</i>)
越南	梨园蚧 (<i>Quadraspidiosus perniciosus</i>)

五、 国内对不同病害的研究进展

1 苹果腐烂病

自2008年9月至2009年9月，检索到国内关于苹果腐烂病的文章有60篇，其中48篇介绍的是腐烂病的药剂试验和防治，7篇介绍的发病规律，2篇调查研究，2篇关于生理机制，还有1篇介

绍了不同砧木对腐烂病的抗性。

在药剂试验方面,王磊等(2009)选用吸性杀菌剂:15%三唑酮可湿性粉剂,25%戊唑醇可湿性粉剂,10%苯醚甲环唑可湿性粉剂,10%抑霉唑水剂,10%甲基托布津可湿性粉剂,以及非内吸性杀菌剂:50%退菌特可湿性粉剂,25%腐必治可湿性粉剂,80%代森锰锌可湿性粉剂,70%丙森锌可湿性粉剂,45%代森铵水剂。经测试,以苯醚甲环唑抑菌效果最好,其次是戊唑醇。陈亮等(2009)在室内离体条件下,测定了丁香菌酯对苹果树腐烂病的防治效果。结果表明其EC50值为1.83 mg/L,防效高于啞菌酯和生产常规药剂福美肿。连续2年的田间试验结果和试验中观察到的现象表明在500-1500 mg/L使用剂量下。丁香菌酯能有效地抑制苹果树腐烂病病疤的复发。对病疤的愈合有非常明显的促进作用,效果明显优于对照药剂啞菌酯和代森胺。在试验剂量下对苹果树安全,对非靶标生物无不良影响。

赵振山等(2009):采用组织块分离法、单菌丝挑取法,从采自3个不同地点的银杏叶和茎部中分离出16株内生真菌,对其进行了抗菌活性的初步研究。结果表明:有9株能够抑制苹果腐烂病病原菌的生长,其中4株菌对病原菌有显著的抑制作用,并大于同样条件下拮抗培养的瑞氏木霉的抑菌效果。与苹果腐烂病病原菌进行两点对峙培养,经镜检发现,与拮抗内生菌一起培养的路原菌的菌丝生长都出现不同程度的畸形和断裂,可见,银杏中的内生真菌对苹果腐烂病有明显的抑制作用。

在腐烂病综合防治方面均提到增强树势、早期预防、及时救治、铲除病菌等技术措施。

2 苹果轮纹病

国立耘等(2009)2008年5-6月调查了我国7个苹果主产省市88个果园苹果枝干轮纹病发生和防治情况,总体发病率为77.6%,随树龄增大,枝干轮纹病加重,发病率和病情指数均提高。不同省份的发生程度存在一定差异,山东、河南和北京危害相对较重,而在山西和陕西相对较轻。几个主栽品种之间无明显差异。防治枝干轮纹病最常用的药剂是石硫合剂,其次是多菌灵。董娟华等(2009)、康玲等(2009)、王敬尊等(2009)分别对苹果轮纹病的研究进展和发生规律等进行了综述。

纪兆林等(2008)筛选出地衣芽孢杆菌对苹果采后轮纹病的防治效果达66.7%。展丽然等(2008)筛选出的放线菌对苹果轮纹病菌具有较好的抑制作用。司乃国等(2008)报道了新型杀菌剂5%烯肟菌胺乳油和20%烯肟菌胺·戊唑醇悬浮剂能有效控制苹果斑点落叶病、白粉病和轮纹病,效果优于多菌灵、代森锰锌等常规药剂。

3 苹果褐斑病

2008年和2009年国内共检索到有关苹果褐斑病研究方面的文献共28篇,从文献数量上看较2005和2006年增加1倍,说明从事褐斑病研究的人员越来越多。28篇献中关于褐斑病防治药剂方面文献13篇,关于褐斑病发生原因和防治技术方面的文献13篇,另外2篇分别报道了苹果褐斑病的测报方法和褐斑病与其他叶部病害的区别。

近年主要针对防治褐斑病的药剂开展大量的测试工作,明确了戊唑醇等三唑类杀菌剂对苹果褐斑病有较好的防治效果(曲健禄 et al 2009;冷鹏 et al 2009a;冷鹏 et al 2009b;周吉生 2009;董向丽 et al 2009;赵华 et al 2009);当三唑类药剂作为内吸治疗剂使用时,

使用的最佳时间是病原菌侵染后的1周以内(董向丽 et al 2009)。新型杀菌剂啞菌酯对褐斑病也有较好的防治效果,其效果与戊唑醇相当,在实际生产中可与戊唑醇交替使用,以避免病菌产生抗药性(赵华 et al 2009)。在保护性护性杀菌剂中,1:2:200 波尔多液、吡唑醚菌酯、代森联、多. 锰锌、丙森锌、代森锰锌对褐斑病都有较好的防控效果、其中波尔多液的保护效果优于其他杀菌剂(曲健禄 et al 2009; 李晓军 et al 1999; 周天仓 et al 2008)。

苹果褐斑病是目前导致苹果早期落叶的重要病害,在我国各苹果产区都有分布。对于苹果褐斑病越冬方式、初侵染时间、发病动态、防治药剂等都有较深入的研究,其基本发生与流行规律已明确,生产上比较好的防治技术和防治药剂,能否有效控制苹果褐斑病关键是能否将这套防治技术应用到实际生产中。

4 苹果炭疽病

2008 和 2009 年国内检索到的有关苹果炭疽病的研究报告只有 13 篇,其中 1 篇中国炭疽病菌鉴定方面的文章,其他多数涉及生物药剂、生防菌株筛选和结合其他病害药剂防治方面的报道。

2009 年张荣等(张荣 et al 2009)自陕西、河南 11 个地点采集 192 份样本,经鉴定引起陕、豫两省苹果炭疽病的病原菌有 2 种,胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) 和尖孢炭疽菌(*C. acutatum* J.H. Simmonds)。首次证实了中国苹果炭疽病可由尖孢炭疽菌(*C. acutatum*)引起。两种病原菌在陕、豫两省各地区均有分布,其中,胶孢炭疽菌(*C. gloeosporioides*)所占比例较高(张荣 et al 2009)。

国内在炭疽病的生物防治方面,特别是贮藏期果实的生物防治方面开展了大量工作。檀根甲等利用离子束诱变筛选出枯草芽孢杆菌 Bs80-6 菌株,其活菌液对炭疽病菌菌丝生长抑制率为 80.14%,孢子萌发抑制率为 98.65%,控病效果为 60.34%。但贮藏期的温度明显影响 bs80-6 对苹果炭疽病的防治效果(檀根甲 et al 2008a; 檀根甲 et al 2008b)。

纪兆林等(纪兆林 et al 2008)发现地衣芽孢杆菌 W10 及其抗菌蛋白对苹果贮藏期炭疽病防治作用。W10 菌液、培养滤液、抗菌蛋白对炭疽病菌的菌丝生长、产孢和分生孢子萌发都有明显的破坏或抑制作用,其中抗菌蛋白的作用最强,5 倍稀释液可以完全抑制病菌菌丝生长,20 倍液对病菌产孢或分生孢子萌发的抑制率均达 100%。用 W10 细菌液或抗菌蛋白浸果后接种病菌,贮藏 90d 时,抗菌蛋白对轮纹病的防效仍达到 50.0%,与多菌灵效果相当。

5 苹果煤污病

2009 年苹果煤污病研究主要集中在病原多样性领域。李焕宇等(2009)从山楂果实上分离得到煤污病和蝇粪病病原菌,包括 3 个属的 5 个暂定种,分别是:*Dissoconium* sp.、*Mycosphaerella* sp.、*Peltaster* sp. 1、*Peltaster* sp. 2 和 *Peltaster* sp. 3。美国的 Martinez 等(2009)对南佛罗里达州地区四种热带水果——鳄梨、香蕉、阳桃和芒果煤污病和蝇粪病进行了研究,形态学特征和分子生物学分析结果表明得到的病原菌包括 *Peltaster* sp.、*Schizothyrium pomi*、*Stomiopeltis* sp.、*Melanopsamma* sp.、*Acremonium implicatum*、*Guignardia mangiferae* 和 *Cyphellophora* sp.。其中,*Melanopsamma* sp.、*Acremonium implicatum*、*Guignardia mangiferae* 和 *Cyphellophora* sp. 为首次报道。接瓶霉属 *Zygothia*

是蝇粪病病原菌的重要类群之一，李焕宇等（2009）应用 ITS 序列分析方法对中国陕西、河南、甘肃和辽宁四省区苹果蝇粪病的研究结果表明，在中国该属至少包括 6 个种或暂定种，其中 *Z. wisconsinensis*、*Z. cryptogama* 为已报道种类，其余四个暂定种均未有报道。

6 苹果蠹蛾

我国疫情发生动态

2009 年 8 月 17 日，在甘肃古浪县黄花滩乡四墩村峁子组果园内发现苹果蠹蛾的幼虫，两天后在此果园和邻园内诱捕到苹果蠹蛾成虫 3 头。

2006 年苹果蠹蛾首先传入到靠近甘肃的内蒙古自治区的阿拉善盟额济纳旗。2009 年乌海市植保植检站于 5 月 6 日在该市海勃湾区下海勃湾农研所陈玉美、王凤喜家果园各诱到苹果蠹蛾成虫 1 头。

另据《国家林业局林业有害生物警示通报》，北京市于 2009 年 5 月在昌平区一果园监测到苹果蠹蛾成虫 1 头。宁夏回族自治区继 2008 年在中卫市一果汁厂附近监测到 3 头苹果蠹蛾成虫之后，2009 年又分别在中卫市、中宁县和青铜峡市共监测到苹果蠹蛾成虫 70 头，疫点 9 处，发生面积 1120 亩。此前，陕西省也多次截获苹果蠹蛾疫情。

2008 年苹果在新疆、甘肃、黑龙江、内蒙、宁夏等省（区）的发生面积达到 490 多万亩，每年造成经济损失 9.61 亿元（农业部《全国苹果蠹蛾疫情防控阻截行动方案》2009.1）。2009 年除在上述省份疫区有所扩大外，又在北京市发现，表明虽然各地采取了相应的防控阻截措施，但仍未能阻止苹果蠹蛾疫情的进一步蔓延。苹果蠹蛾疫情扩散西线东端已经逼近黄土高原苹果优势产区西缘，东线已逼近东北经济中心城市哈尔滨市附近，形成了对我国苹果优势产区东西夹击之势，防控阻截形势异常严峻。

种群生态学研究

成玉萍等报道苹果蠹蛾在金塔地区 1 年发生 1~2 代。第 1 代在小满前后（5 月中下旬）发生；第 2 代在大暑前后（7 月中下旬）发生；世代不整齐。而闫玉兰报道苹果蠹蛾在酒泉 1 年发生 2 代和 1 个不完整的第三代。越冬幼虫 4 月上旬开始化蛹，5 月上旬为化蛹盛期。4 月下旬末越冬代成虫开始羽化，5 月中旬末为羽化高峰期。5 月上中旬第一代成虫开始产卵，产卵盛期在 5 月 20 日左右。5 月中旬第一代幼虫开始为害，5 月下旬 6 月初为第一代幼虫高峰期。第一代幼虫于 6 月中旬开始脱果，6 月下旬 7 月初为脱果盛期。6 月下旬第一代成虫出现，7 月上旬第一代成虫产卵孵化出第二代幼虫并开始蛀果，7 月中下旬为第二代幼虫蛀果盛期，取食为害到 8 月上中旬脱果，寻找适宜的越冬场所越冬，部分未脱果的幼虫随果实到室内或果窖、室内墙缝或果品包装箱内作茧越冬。一部分幼虫脱果后在树皮裂缝、翘皮下及树洞内作茧化蛹，并于 8 月下旬至 9 月上中旬羽化，交尾产卵。9 月中下旬孵化出第三代幼虫。这一研究表明，苹果在酒泉市的发生规律与张掖市基本一致[杨富海、周昭旭等、鲁月娥、魏玉红等、刘晓刚等]。

翟小伟等研究了苹果蠹蛾卵在梨园中的分布特性和空间格局，研究表明苹果蠹蛾成虫 1 年发生 2 代，第 1 代和第 2 代卵高峰期分别出现在 5 月 21 日和 7 月 11 日前后，空间上分别呈均匀分布和聚集分布。雌蛾对梨树叶片和果实具有产卵选择性差异，在第 1 代卵高峰期，幼果上的着卵量占 51.6%，显著高于叶片上的卵量（ $P < 0.05$ ），而在第 2 代卵高峰期，叶片上的着卵

量占 58.1%，极显著高于果实上的卵量 ($P < 0.01$)；叶片上的卵主要分布于叶背面。苹果蠹蛾对梨树空间层次的产卵选择在第 1 代和第 2 代成虫产卵高峰期均表现为：中层 > 上层 > 下层。在第 1 代卵空间格局的基础上，采用 Iwao 方法确定了苹果蠹蛾卵量调查的最适抽样数和序贯抽样表。这一研究结果与苹果蠹蛾卵在苹果上的分布有所差异。许永锋报道，在国光苹果上，果实上的卵量最多占 64.57%，叶片上占 28.44%；卵在树冠上的垂直分布差异不显著。

信息素、监测诱捕技术研究进展

石磊等研究了三角胶粘式、水盆式及瓶式 3 种诱捕器对苹果蠹蛾的诱捕效果，发现三角胶粘式诱捕器的诱捕效果最好，其它两种差异不显著，这与杜磊、张润志等的研究结果一致。另外，王安勇等也报道了不同类型诱捕器对苹果蠹蛾的诱捕效果。

翟小伟等综述了苹果蠹蛾性信息素的成分鉴定、人工合成和应用情况的研究进展，指出了目前存在的问题和应用前景，以期为我国苹果蠹蛾的防控策略的研究和应用提供参考。

适生性及风险分析

史惠玲等参照国际上有害生物风险分析 (Pest Risk Analysis) 方法，对苹果蠹蛾传入陕西的危险性进行了定性和定量分析，做出了综合评价，并提出监测预防和检疫管理措施。

防除技术研究进展

中国农科院郑州果树研究所和甘肃农科院植保所合作在甘肃对苹果蠹蛾进行了迷向胶条+农药喷洒铲除苹果蠹蛾的试验，在开花初期处理，以每公顷 1000 根 0.1 毫克的性诱剂处理，从初步结果看，有很好的防治效果，经过生长季 170 天的处理，每周检查监测诱捕器对成虫的诱集数量，整个生长期试验区仅诱到 2 头雄蛾，果园采收前 2 次调查虫果率均为 0，取得了很好的防治效果，但由于隔离果园 400 米外有果园存在，能否真正铲除隔离果园的苹果蠹蛾，仍需要进一步观察试验。

王春林等就我国苹果蠹蛾防控阻截情况思考后认为目前疫情控制工作仍面临一些突出的问题，如疫情人为传播严重、防控资金缺口较大、监测防控能力不足等。建议从 4 个方面加强今后的疫情防控工作：一是加强部省行政领导；二是加大各级对疫情防控的资金投入；三是强化疫情阻截和防控措施；四是进一步开展防控技术研究，提高检疫控制的效果。

7 食心虫类

中国农科院郑州果树研究所等 4 家单位引进澳大利亚公司的梨小食心虫性诱剂胶条进行性诱剂迷向防治试验，在开花前以每公顷 350、500、650 根 0.24 毫克性诱剂的塑胶条散发器释放，经过 6 个月的田间监测，中高剂量前 5 个月防效达到 100%，8 月底防效在 70% 左右，取得了理想的防治效果。西北农林科技大学也利用不同性诱剂进行防治金纹细蛾和卷叶蛾的复合试验，结果待进一步确定。国内有科学院动物所、新疆科学院、中国农大、西北农大等单位对害虫的性信息素合成研究在不断深入，但多数处于试验阶段，在防治技术上改进释放方法也处于试验阶段。用于测报发生期，在不少果园推广。中国农业大学采用性信息素微胶囊剂型进行试验。希望获得易于释放的剂型。

8 蚜螨类

陈汉杰等进行了人工饲养天敌塔六点蓟马，和三门峡苹果试验站合作进行了田间释放试验，

以天敌：叶螨=1：50 的比例释放，通过定期调查，释放 1 个月后，塔六点蓟马数量比对照区增加 3.5 倍，叶螨数量比对照区减少大约 60%，取得了明显的控制效果。进行了常用杀虫剂对苹果园生物群落的影响调查，表明现用药剂毒死蜱、菊酯类对天敌杀死严重，会导致叶螨暴发。二斑叶螨防治指标的研究，通过人工接螨观察，得出了为害螨日与产量损失的关系。对苹果黄蚜防治指标的研究，通过对黄蚜密度对新梢生长影响，当新梢出现 1 头蚜虫后 12 天，平均繁殖 142 倍，蚜虫繁殖受新梢生长量影响较大，新梢生长越旺盛，蚜虫繁殖越多，未能找出蚜虫数量对新梢生长影响的关系，通过对蚜虫数量与果面污染的关系观察，当果台副梢有蚜虫时，多数出现果面发生蚜虫，导致果面污染。观察不同蚜梢率的增长变化，当有 5%的蚜梢率时，经过 7 天，蚜梢率增长 150%，综合蚜虫繁殖、扩散速度快的特点，防治指标初步定为 10%-20%之间。为了减少防治苹果绵蚜喷洒有机磷农药毒死蜱造成的副作用，对防治苹果绵蚜的方法进行研究，收集对蚜虫有内吸性的药剂，采用前期灌根的方法防治，在试验中使用药剂有吡虫啉、噻虫嗪、啶虫脒、抗蚜威复配剂，毒死蜱，经过初步试验，噻虫嗪、啶抗复配剂具有良好的防治效果，每株树仅需灌根 2 升药液，灌后 21 天防效分别达到 94%和 90%，春季灌根，后期观察发生明显减轻。此法优点是操作简便，持效期长，对树上天敌较为安全。效果待进一步试验确定。并对新型药剂吡蚜酮、螺虫乙酯进行了室内测定。徐州、陕西部分地区引进福建农科院植保所生产的捕食螨进行释放试验，效果待进一步确定。河南科技大学研究了天敌塔六点蓟马在不同温度下对山楂叶螨的捕食能力等。

六、 国内在检测技术、脱毒技术方面的进展

病毒的检测：赵英等（2008，2009）对苹果凹果类病毒（ADFVd）、皱果类病毒（AFCVd）、锈果类病毒进行了测序和检测，建立了分子检测方法。

火疫病菌的检测：许景升等（2008）自主研发了更为准确、灵敏的结合应用染色体序列引物和 pEA29 质粒序列引物的“一步双重” PCR 技术。该项可直接采用细菌菌体为模板检测火疫病菌，省去了繁琐耗时的 DNA 提取过程，更为便捷。

脱毒苗木的培育：董雅凤等（2009）对昂林等 16 个苹果优新品种进行脱毒处理，采用木本指示植物 2 重芽接法和 RT-PCR 技术检测 ASGV、ACLSV 和 ASPV 3 种病毒，共获得 11 个苹果品种 35 株无病毒母本树，其中盆苗热处理平均脱毒株率为 46.1%，试管苗热处理平均脱毒株率为 79.2%。