

苹果树腐烂病 文稿

陈策 编著



5436.611.1

5

苹果树腐烂病 文稿

陈策 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

苹果树腐烂病文稿/陈策编著. —北京: 中国农业出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-109-20193-4

I. ①苹… II. ①陈… III. ①苹果—腐烂病—文集
IV. ①S436.611.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 034659 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 郭晨茜 阎莎莎 张洪光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 7.25

字数: 132 千字

定价: 48.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

苹果树腐烂病是北方苹果产区的重要病害，如今正在开展广泛深入的研究。

我国对苹果树腐烂病的研究始于1950年，中国农业科学院果树研究所及其前身东北农业科学研究所兴城园艺试验场，参与了此病的研究。本人曾于1952—1986年在果树所主持和参加这项工作，现已届暮年，回顾和反思从事这项研究的历程，概要忆述以往几个阶段的腐烂病流行和防治情况、研究工作中的困惑和思路演变、取得的进展和不足，写了一篇《苹果树腐烂病研究记》，留作资料，供读者了解往事时参考。

《苹果树树皮组织变化和腐烂病病原菌扩展致病的关系》一文，叙述了苹果树生长过程中，树皮形成落皮层和腐烂病病原菌扩展致病的关系及发展。《树皮创伤部位木栓质形成与抗病力的关系》，汇集了A. R. Giggs关于树皮对创伤和病原菌侵袭的研究报告要点。苹果树腐烂病病原菌是弱寄生菌，其侵入定殖与扩展致病，与寄主体的死组织及伤口密不可分。腐烂病病原菌具潜伏侵染的特点，田间苹果树普遍带有潜伏病原菌，研究苹果树对腐烂病的抗病性，应着重于抗扩展因素的分析。苹果树对腐烂病病原菌侵袭的反应和对创伤的反应，都是非特异性反应，反应的最终结果，表现为形成防坏死周皮（创伤周皮），抵御病原菌的进一步侵害，或使创伤愈合。苹果树抗扩展能力的强弱和愈伤能力的高低一致，创伤周皮形成快慢可作为抗病能力强弱的标志。解析影响创伤周皮形成的环境与栽培因素，可为改进防治提供线索。木栓质是周皮的主要成分，不同品种的树皮创伤部位木栓质形成速度，与抗病力密切相关。采用荧光显微光度术测量木栓质自发荧光强度，检测树皮机械创伤部



位木栓质形成速度，可用于果树品种资源及育种工作中，不同品种的抗病性鉴定，也可用于检测各种措施对抗病力的效应。

药剂防治是果树病害防治的常用手段，对付苹果树腐烂病，人们也希望有一种能够迅速降低发病率的药剂防治方法。从20世纪50年代起，各果树研究单位为此进行了长期的探索。到“六五”末期，中国农业科学院果树研究所在此项研究中，明确了腐烂病病原菌的侵染特点和选药类型，摸清了腐烂病的来龙去脉和施药时机，当时提出药剂防治方法是适时使用福美肿2~3次，预防发病的效果约为80%。该防治方法在苹果产区推广应用，取得实效，证明使用杀菌剂防治腐烂病是可行的。2002年禁用砷制剂后，各地陆续推出多种替代药剂，但需要对其防治效果做出确切评价。为此，我们根据过去的经验，写了《苹果树腐烂病药剂防治的施药时机和田间药效试验方法》，供读者参考。另在试验中发现，施纳宁（代森铵）铲除效果良好，并能促进创伤周皮形成，兼具诱导抗性作用。受此启发，提出腐烂病的药剂防治，除了选用具有铲除作用或内吸治疗作用的杀菌剂外，使用化学诱抗剂可能是另一有效防治途径。

苹果树上由腐皮壳属病原真菌引起的树皮溃疡病，在西方仅偶见报道。在北美洲北部寒冷地区，桃树腐烂病是桃树生产限制因子，和苹果树腐烂病是同一类病害，相关人员曾对此进行了系统的研究，发表了多篇研究报告，兹摘译3篇以资借鉴，大体了解其研究状况和防治策略。

苹果树腐烂病研究是在俞大维教授和陈延熙教授引领指导下进行的。谨录两篇纪念先师冥诞一百周年的短文，永志不忘。

承北京植物病理学会支持，将文稿出版。北京市农林科学院植物保护环境保护研究所唐欣甫先生校阅全稿，提出修改意见，谨致谢忱。文中错误和不当之处，请不吝指正。

陈 策

2014年11月

前言

怀念先师教诲

恩师俞大绂先生领我走上果树病害研究之路	1
陈延熙教授与果树病理学	3

研 究 手 记

苹果树腐烂病研究记	6
苹果树树皮组织变化和腐烂病病原菌扩展致病的关系	25
树皮创伤部位木栓质形成与抗病力的关系	32
苹果树腐烂病药剂防治的施药时机和田间药效试验方法	43

摘 译 文 章

核果类果树白孔座壳溃疡病	49
桃树树皮伤口老化与溃疡病病原菌 (<i>Cytospora leucostoma</i>) 侵染的关系	56
核果类果树白孔座壳溃疡病和其他落叶果树 真菌性溃疡病的病理解剖学和组织化学	61

附录 1 陕北、渭北及凤县和甘肃省天水地区苹果树腐烂病发 生情况调查	68
附录 2 陕西省凤县秦岭高地苹果树腐烂病研究 1975—1976 年度总结	73
附录 3 陕西省凤县秦岭高地苹果树腐烂病研究 1976—1977 年度总结	86
附录 4 陕西省凤县秦岭高地苹果树腐烂病研究 1977—1978 年度总结	101



怀念先师教诲

恩师俞大绂先生领我走上 果树病害研究之路

20 世纪 40 年代末，东北全境解放，百废待兴。辽南苹果产区，由于受国内战争影响，果园管理荒疏，又逢 1947—1948 年寒冬，遭受严重冻害，导致腐烂病大流行。恢复果树生产的当务之急是防治腐烂病。1950 年 7~8 月，应东北人民政府农业部邀请，俞大绂教授会同林传光教授、沈隽教授和陈延熙教授及蔡润生、黄河同志，组织综合工作组，冒酷暑赴辽南调查病情，指导防治。东北人民政府农业部随即召集辽东省、辽西省、旅大市农林厅和重点县人员，在熊岳农事试验场开会，贯彻防治方案，讲解怎样防治腐烂病，布置 1950 年 8~10 月的主要工作，推行处理病枝、喷施药剂、刮治和入冬前枝干涂白等应急防治措施，动员全社会力量，开展防治运动，大力扭转腐烂病猖獗为害的局面。东北地区苹果树腐烂病防治和研究工作，由此全面展开。新中国建立初期，俞大绂教授率先组织北京农业大学植物病理学、园艺学专家，走出高等学府，奔赴农业第一线，为解决经济发展中的急迫问题做出了突出贡献。

1951 年 3 月，在苹果树腐烂病发生盛期，俞先生再次亲赴辽南调查病情和指导防治。那时我读大学三年级，他携我跟随学习。从北京同乘火车去沈阳。到沈阳后，东北人民政府农业部副部长张克威教授在家中便餐招待我们。随后，由特产处园艺科王树仁科长陪同，去盖县、复县、旅大市等地考察。东北地区 3 月，天气还很冷，而且多风沙。俞先生冒寒风尘沙下乡，进入果园调查，俯身观察并执笔记录发病情况，还指导我采集标本。有时中午就在果农家中吃饭。盖县召开全县农技人员大会，请俞先生讲授植物病害知识和腐烂病防治技术。到复县后乘车进入山区，察看山地果园病情。我们每天晚上回来，都是一身尘土，有次回到旅大市内，进入宾馆电梯，电梯工面露惊讶神色，他大



概从没见过浑身黄土的入住客人。这次随俞先生到辽南调查，是我第一次进苹果园接触果树病害。

1952年大学毕业，同班毕业6人。那时大学毕业生由政府统一分配工作。俞先生和系主任周家炽先生建议分配我去东北，从事果树病害研究。离校之前，俞先生正在燕京大学的胞妹家养病。他找我去谈话，对我说：“现在防治腐烂病，过分强调了增强树势的作用，但仅靠这一条是不够的，还要有一种药剂防治方法，你参加工作后，要注意这个事情。”他总结当时的防治工作，提出存在的问题，同时指明了我以后的工作目标。

俞大绥先生是植物病理学大师，也是备受学生敬仰和爱戴的前辈长者。他待学生如子弟，和蔼可亲，平易近人，平时总是用深入浅出的话语，在饶有兴味的交谈中，喻示做人治学的道理。他风趣地说：“植物病理学是在吸收其他学科成就的基础上发展起来的，许多研究方法是从其他学科偷来的。”启发学生研究问题要视野开阔，了解相关学科的发展，从中吸取有用的知识和方法。

俞先生提出，预防腐烂病，仅依靠增强树势提高苹果树抗病力是不够的，还要有一种药剂防治的方法，这就推动了我们必须对腐烂病的发生规律做系统研究。参考同类病害的研究工作，经探索—积累—再探索，到20世纪80年代前期，基本搞清：腐烂病病原菌除经伤口侵入外，还能经叶痕、果柄痕、皮孔侵入，侵染盛期在3月下旬至5月中旬，具潜伏侵染的特点；病原菌寄生性弱，侵入后先在寄主死组织中活动，进而侵袭健康组织；田间树上潜伏病原菌扩展，与苹果树随着树龄增长、树皮组织发生变化、形成落皮层，有密切联系；苹果大树发病从夏季开始，在冬春季果树休眠期进入发病盛期，到翌年晚春停顿，一轮发病过程跨两个年度；据此研究提出一种药剂防治方法，预防发病效果在80%左右，对北方苹果产区腐烂病防治上起了一定的作用，初步完成了俞先生的嘱托。

师从俞大绥先生，并领我走上果树病害研究之路，是我的幸运。

陈延熙教授与果树病理学

陈延熙教授毕生十分关心果树病害问题，为指导重大果树病害科研攻关，推动果树病理学发展，倾注了大量心血，为苹果树腐烂病研究做出了重要贡献。果树病理学界的晚辈深深怀念他。

20 世纪 40 年代末至 50 年代初，我国当时的苹果主产区辽南地区，由于国内战争影响，果园管理荒疏，且 1947—1948 年冬季遭受严重冻害，苹果树腐烂病广泛流行。东北全境解放之后，在国民经济恢复阶段，控制腐烂病为害便成为恢复果树生产的首要任务。1950 年，东北人民政府农业部邀请北京农业大学专家前往指导。著名植物病理学家俞大绂教授应邀组织植物病理系、园艺系教授和教学人员奔赴灾区，进行调查研究，制订防治方案，指导和推动防治，率先迈出植物病理学走向田间，为国民经济社会发展服务的坚实步伐。随后，陈延熙教授到东北农业科学研究所兴城园艺试验场长驻，进行发病规律与防治技术的研究，走出高等农业院校与农业科学专业研究单位合作进行研究的开阔道路。

20 世纪 50 年代末至 60 年代初，受“大跃进”影响，苹果产区盲目追求高产，导致腐烂病再次大发生，防治和研究工作陷入困境。1961 年，中国农业科学院果树研究所（1958 年在原东北农业科学研究所兴城园艺试验场基础上建立）再次邀请陈延熙教授进行合作研究。这时陈延熙教授刚从德国访问进修归来，他借鉴 50 年代德国、加拿大、美国等发达国家在杨树腐烂病研究上的进展，结合我国实际，提出全新的研究思路。首先对此病的侵染问题重新进行研究，发现苹果树腐烂病病原菌和其他树皮溃疡病病原菌相似，具有潜伏侵染的特点。依据侵染特点，在防治上，明确以栽培防治、增强树体抗扩展能力为基本途径。为分析影响树体抗扩展的环境及栽培因素，就树皮愈伤与抗扩展的关系以及温度、树皮水分、植株负载量对愈伤周皮形成速率及植株抗扩展能力的影响进行观察。在药剂防治研究方面，改变以往试图通过探明病原菌集中侵入时期和适期喷药保护阻止病原菌侵入以期预防发病的做法，转向选用具有铲除作用的杀菌剂。研究工作取得显著进展，然因受“左”倾思想的干扰，于 1965 年中断。1974 年继续沿原先思路恢复研究，到 20 世纪 80 年代前期，系统阐明了此病的周年发生发展过程和病原菌侵染时期，以及潜伏病原菌扩展和树皮形成落皮层的联系，提出使用杀菌剂预防发病和防止病疤“重犯”的有效

方法,防治效果约为80%,充实了原有综合防治措施,在北方苹果产区推广,取得实效。在苹果树腐烂病漫长的研究进程中,陈延熙教授的指导起着主导作用。

陈延熙教授最先着手开展苹果病毒病害研究。1950年到兴城园艺试验场后,他在进行苹果树腐烂病研究的同时,开始注意苹果锈果病问题:主持田间试验,验证伪满洲国时期日本科技人员的嫁接传播结果;观察苹果主要品种的苗期症状表现;发表文章介绍此病,宣传防止传播的方法。1953年,我国开始实施第一个五年计划,东北人民政府领导辽西山地丘陵地区大面积发展苹果生产,建立大型苗圃培育苹果苗。陈延熙教授会同兴城园艺试验场研究人员,指导从无病树采集接穗,根据苗期症状淘汰病苗,从而大大减轻了苹果大发展中可能因误栽病苗而造成的损失。同时,他还与兴城园艺试验场合作,研究西洋苹果锈果和我国固有沙果、海棠等小苹果类花脸病的关系,调查病害发生和传播状况及苹果园混栽梨树对锈果病传播的影响。1957年,由他主笔,和青年研究人员一道,以第一手研究资料,写成《苹果锈果病》一书。这是我国出版的第一本有关苹果病毒病害的专著。

在此基础上,中国农业科学院果树研究所刘福昌等同志开展苹果树潜隐性病毒调查和脱病毒技术研究,至1986年,查清了我国苹果产区潜隐性病毒种类,培育出主栽品种的无病毒母本树,提出建立无病毒母本园和无病毒苗圃方案,取得农业部检疫部门的支持,在苹果产区实施,为发展苹果无病毒栽培奠定了基础。

陈延熙教授目光敏锐,思路开阔,识广虑远,能够从纵览农业生产和学科发展全局的高度提出问题,指出方向。回想几十年前,他就对我们几个初入果树病害研究大门的青年人讲,北方落叶果树的病害研究要抓三类病害:枝干上的溃疡病、病毒病害和以化学防治为主的为害叶果的流行性病害。实践证明,他的观点是十分准确的。我国北方果产区周期性冻害频发,冬春少雨干旱,冻害和水分胁迫诱发苹果树腐烂病、轮纹病等枝干溃疡病,这是对果树生产长期存在的严重威胁。果树的多数树种通过嫁接方法培育树苗或直接利用无性材料繁殖,容易传带病毒病害和其他系统侵染病害,一旦染病,终身无救,必须防范在先。陈延熙教授带领我们及早展开病毒病害的研究,为防止此类病害传播争得了主动权。为害树叶和果实的病害种类繁多,随着果树栽培面积扩大,树种品种增多,树龄增大,建园和管理方式变革,以及受气候、天气变化影响,将不断出现新的情况和问题,经常是果树病害综合防治研究的重头。

陈延熙教授晚年倡导植物病害生物防治研究,融入了近代生态学观念,创造性地提出植物体自然生态系概念,作为植物病害生物防治研究的指导。此外,将他创立的研究所命名为植物生态工程研究所,在实际研究工作中,把生



防微生物的分离筛选，重点锁定在比较容易实现实用化的芽孢杆菌，展示了他在这一领域的研精覃思。果树病害生物防治研究方面，选择化学防治中缺乏有效药剂的链格孢所致的苹果斑点落叶病作为主要研究对象，从苹果树枝条、叶片、果实上获取的 400 多个分离物中筛选出一株短芽孢杆菌(*Bacillus brevis*) B-319, 田间防病效果稳定在 60%~70%，并有促使叶片增厚及促进果实着色的作用。此外，还分离到对苹果轮纹病有一定效果的蜡状芽孢杆菌(*B. cereus*) B-9108 及 B-9126。

陈延熙教授曾说，科学研究是最艰苦的劳动。他以身垂范，带动他的学生全身心地投入科研事业。陈延熙教授平等待人，乐于与青年人为友，讨论问题总是先听人把话说完，在亦师亦友的交谈中，肯定你可取的想法和有意义的试验结果，指出你的不足或偏差，启发你再向深处想，引领你进入更高的认识层次。每次和他谈话，总感到学识有所提高，获得一种力量，推着你向前。陈延熙教授富有创见，重视理论和生产实际结合，善于从前人研究进展的前沿，结合本国实际，找到研究起点，提高防治水平。

在各项果病研究工作中，陈延熙教授积年累月的指导，终生难忘。

参 考 文 献

- 陈策. 2009. 苹果树腐烂病发生规律和防治研究 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社.
- 傅学池, 严志农, 徐维敏, 等. 1997. 苹果斑点落叶病和苹果轮纹病生物防治研究 [J]. 中国果树 (3): 7-10.
- 刘福昌, 陈汝芬, 陈延熙. 1957. 苹果锈果病 [M]. 北京: 科学出版社.



研究手记

苹果树腐烂病研究记

苹果树腐烂病 (*Valsa mali* Miyabe et Yamada) 是我国苹果产区的重要病害, 1916 年, 初见发生于辽宁省熊岳城, 现东北、西北、华北地区和山东、河南、江苏、湖北、西藏、云南等省份, 均有发生此病的记载。20 世纪 40 年代末至 50 年代初, 此病初次在我国苹果产区暴发。迄今, 大面积严重发生已出现 5 次。1950 年, 我国开始对此病开展研究, 几经起伏, 延续至今。

一、1950—1955 年

(一) 腐烂病流行情况

20 世纪 40 年代末至 50 年代初, 在当时我国的主要苹果产区辽宁省南部地区 (约占当时全国苹果生产量的 70%), 腐烂病初次暴发, 是此病在我国的第一次大流行。那次流行的起因, 有两方面的因素。一是社会因素, 40 年代后期正值解放战争期间, 战争环境中果园疏于管理, 病虫害失于防治。据辽宁省熊岳农业科学研究所记载, 1947 年熊岳解放时, 腐烂病已蔓延成灾。二是自然因素, 1947—1948 年冬季, 辽南地区遭遇严重冻害 (最低温度达 -31.2°C), 冻害之后, 病情愈益加重。1950 年, 辽宁全省苹果栽培株数约 400 万株, 在那次腐烂病流行中, 病死约 $1/3$ 的苹果树。

(二) 防治情况

东北全境解放后, 在国民经济恢复阶段, 控制腐烂病为害, 便成为恢复苹果生产的当务之急。1950 年暑期, 东北人民政府农业部邀请北京农业大学专



家前来指导防治。著名植物病理学家俞大绂教授，应邀组织植物病理、昆虫、园艺系林传光、陈延熙、黄可训、沈隽教授及蔡润生、黄河同志，到病区考察，帮助制订防治措施。随后，政府相关部门召开全省大会，发动腐烂病防治运动，推动防治。主要推行以下4项措施：

(1) 恢复和加强果园管理，增强树势。首先是施肥，那时果树生产以个体生产为主，中等农户一般有一口猪圈，养猪积肥。农家燃料主要是柴草。政府号召多施厩肥，提倡施草木灰。其次是疏果，控制树体负载量，防止结果过多，削弱树势。

(2) 经常检查，及时刮治。要求刮治彻底，病疤呈梭形，边沿立槎，刮治后涂升汞液、硫酸铜液消灭残留病原菌，再涂波尔多浆保护。

(3) 清除和烧毁病枯枝，防止病原菌传播。

(4) 喷施药剂，防治病虫害。强调防治褐斑病，预防早期落叶。

连续推行几年，见到成效。至1955年，果园管理恢复正常，第一次流行平息，防治工作转入正常。

(三) 研究工作情况

1950—1955年，研究工作分以下两路进行：

(1) 组成防治研究组，由东北人民政府农业部特产处园艺科技人员领队，熊岳农业科学研究所、兴城园艺试验场等单位人员参加，在辽南苹果主产区调查发病和防治情况，总结防治经验，推动和指导防治。我于1952年进入兴城园艺试验场，参加这个组的工作。1955年防治研究组调查结束，并将调查研究结果汇总纳入辽宁省熊岳农业科学研究所撰写的《苹果腐烂病的综合研究》总结报告中。

(2) 由辽宁省熊岳农业科学研究所主持，在其试验场进行腐烂病周年发生和扩展动态观察，药剂防治试验，及侵染时期研究。根据周年发生和扩展动态观察结果，提出指导刮治意见。考虑到为了预防发病，在强调增强树势提高抗病能力的同时，还需要有一种药剂防治方法，着手进行药剂防治试验。

20世纪50年代初期，药剂防治观念局限于通过适期喷施保护性杀菌剂，防止病原菌侵染，来预防发病。一是分期喷药保护，比较各期施药保护的防病效果，以期找出施药适期；二是分期接种，观察不同时期接种的发病率和潜育期，以期探明病原菌侵入最多的时期，即“重点侵染时期”，为指导喷药提供依据。

1953—1955年分期施药试验，使用波尔多液，设2~4月、3~4月、4~5月、5~6月、5~10月、6月、7~10月、8~10月、9~10月和10月等不同时段喷药保护处理，每一处理用22~28株树，到翌年3~4月发病盛期，调查



各处理区的发病块数，以不喷药处理作为对照，分析不同时期喷药保护的预防春季发病效果。

侵染时期研究，用腐烂病病原菌分生孢子，于 1954 年 3~12 月和 1955 年 1~5 月，每月在上、中、下旬烙伤接种，调查不同时期接种的发病率，记载潜育期。

以上各项试验均获得调查结果，但分析所获数据，未能就喷药保护的适宜时期和“重点侵染时期”，得出明确结论。

二、1960—1961 年

（一）腐烂病流行情况

辽南地区腐烂病第一次流行，到 1955 年渐趋平息，但 1958 年以后，病情又明显加重，在 1963 年达高峰，形成第二次腐烂病流行。盖县、复县、新金、金县 4 个重点县，1963 年发病株率达 63.7%。辽宁省果树科学研究所，调查 10 个定点园，发病株率 70.3%，平均每株发病 3.42 块。这期腐烂病流行，是“大跃进”带来的恶果。苹果生产盲目追求高产，推行密枝密果，保花保果，以致树体营养耗竭，抗病能力下降，发病陡增。所幸纠偏较快，到 1965 年，病情受到控制。

（二）研究工作情况

“大跃进”高潮中，植保工作也提出了不切实际的“全面消灭，重点肃清”方针。1960 年，中国农业科学院果树研究所再次启动腐烂病研究，认为“腐烂病防治，老是说多施点肥，少结点果不行”，要求拿出既保证高产又保证没病的防治办法。这样，只有求助于药剂防治。那时由我承担腐烂病研究课题，限于当时的认识，继续沿着探索“重点侵染时期”和适期喷药保护的思路进行。

1. 探索“重点侵染时期”

关于腐烂病病原菌的“重点侵染时期”，在 20 世纪 50 年代，形成早春侵入、秋季侵入和 5~6 月侵入 3 种看法。1960 年，试图从以下几个方面入手，探索秋季和早春侵入的可能性。

（1）测试分生孢子和子囊孢子萌发的温度、湿度要求及生存时限。

（2）观察子囊孢子形成和散布时期，进行子囊孢子接种试验。

（3）在 1960 年 8~10 月和 1961 年 2~4 月两个时间段，分期用分生孢子烙伤接种，探索病原菌可能侵入的时期。

试验积累了分生孢子和子囊孢子萌发温度的资料，看出用子囊孢子接种，苹果树枝不发病，子囊孢子在病害循环中的作用不明。除此之外，没有取得关



于腐烂病病原菌“重点侵染时期”的进一步试验结果。

2. 药剂防治试验

改用石硫合剂，进行晚秋和初冬喷药防病试验。

晚秋喷药，在1960年9月6日、20日和10月5日、20日，连续喷施0.5度石硫合剂4次。到1961年3月2日、16日、4月2日调查发生新病块数，没有看出晚秋喷施石硫合剂，有预防早春发病的效果。

初冬喷药，1961年11月10日和14日，分别在两处试验园，喷施5度石硫合剂和0.5%五氯酚钠混合液，到1961年3~4月，调查喷药区和不喷药对照区发生新病块数。调查结果没有显示出初冬喷施浓厚石硫合剂有预防早春发病的效果。

1960—1961年，探索“重点侵染时期”和分期喷药保护试验均碰壁。腐烂病研究工作陷入困境。

三、1961—1964年

1961—1964年，中国农业科学院果树研究所和北京农业大学植物保护系合作，开展苹果树腐烂病发生规律和防治技术研究。

合作研究在陈延熙教授指导下进行。那时，他刚从德国访问归来，借鉴20世纪50年代西方林业病害工作者在杨树腐烂病等树木溃疡病研究上取得的进展，提出新的思路，指导我们从侵染问题入手，对苹果树腐烂病重新进行研究。

首先采集田间外观无病的苹果枝条，表面灭菌，诱导发病，发现苹果树腐烂病病原菌侵染过程具潜伏侵染的特点，即腐烂病病原菌侵入寄主后，在侵染点周围组织健康时，不能扩展，而在侵染点潜伏，致寄主带菌而不发病，只有在侵染点周围组织死亡，寄主生活力衰弱时，才先在死组织中生长，进而扩展导致病害发生。

上述研究结果揭示了腐烂病病原菌对寄主的侵染过程具潜伏侵染的特点，对以往采取分期创伤接种，根据接种后发病与否，来判断是否有病原菌侵入，不能探明侵染时期，使用保护性杀菌剂不能达到预防发病目的的原因，做出了解释。

根据腐烂病病原菌的侵染特点，明确了此病的研究方向：改善果树生长条件，提高树体抗病能力，是预防发病的基本途径。药剂防治研究，应选用具有铲除作用的杀菌剂。苹果树抗病性研究，应着重于抗扩展因素的分析。

在中国农业科学院果树所方面，刘福昌同志为第一主持人，主抓侵染研究；我是第二主持人，主抓抗扩展因素和药剂防治研究；参加人员有史秀琴、郭进贵、邢祖芳、张学炜、叶于芳。

1961—1964年，在侵染研究方面，探明了当年抽生的新梢长到8月，即

带有潜伏病原菌，枝条带菌率随枝龄增大而升高；带有桠杈、粗皮和死组织的树枝，带菌率高于树皮表面光滑的树枝。田间苹果树普遍带菌，南方非流行区的苹果树枝，也能诱发出腐烂病病原菌。曾采用几种诱导发病方法，试图诱发溃疡斑，观察带菌部位，未能成功。

在药剂防治研究方面，转向筛选具有铲除作用的杀菌剂。请教沈阳化工研究院杀菌剂专家张少铭先生应使用何种药剂，他建议使用有机胂剂。那时我国还未生产此类药剂，于是请农药研制单位制备，提供小样。利用离体枝条，测试铲除效果。选出 3 种有机胂剂，1 种有机锡剂（上海有机化学研究所样品），2 种酚类化合物（沈阳化工研究院样品），效果较为显著。

在抗扩展因素分析，借鉴了德国、加拿大学者对杨树腐烂病的研究，着重进行树皮愈伤与抗扩展关系的研究，证明苹果树皮愈伤能力与树体抗扩展能力密切相关，温度、树皮水分和结果量，对愈伤及抗扩展能力影响显著。

在栽培防治方面，设想从施肥对抗病力的影响切入，商请土肥研究室参与协作研究。

研究工作开局顺利，出现了新的局面。但好景不长，1964 年“社教”运动来了，腐烂病研究被批为走专家路线，脱离生产实际，腐烂病研究戛然而止。这几年关于潜伏侵染和抗扩展因素的研究报告，直到“文化大革命”后才发表。

四、1974—1978 年

“文化大革命”后期，中国农业科学院所属研究所大部下放。中国农业科学院果树研究所于 1970 年下放搬迁，并入陕西省果树研究所。

20 世纪 70 年代初，农业部推动在西北黄土高原的陕西省渭北地区和秦岭高地的陕西省凤县及甘肃省天水地区，建立外销苹果生产基地。这两个地区，自然条件适宜，苹果树结果早，果实风味色泽好，产量高，在一般管理条件下，栽植后 3~4 年见果，6~7 年可获一定产量，10 年左右进入盛果期，株产量达 50kg 以上。但是，这些地方大面积种植苹果的历史短，经验不足，栽培管理比较粗放，腐烂病发生较重。许多果园，栽植后 5~6 年开始发病，结不了几年果，病情逐渐加重，个别果园，树龄不到 20 年，即濒于毁灭。为保证外销苹果生产基地发展，必须加强腐烂病防治研究。

从北方广大苹果产区看，20 世纪 70 年代中期，环渤海湾老产区，和 1958 年以后发展起来的黄河故道及西北新产区，病情普遍加重，出现腐烂病第三次大发生的局面。这次腐烂病的大发生，与 70 年代中期天气不正常，果树遭受冻害（关中地区在 1975—1976 年冬，辽南地区在 1976—1977 年冬）有关，一些地方片面“以粮为纲”，放松果树管理，也是影响因素之一。



在此背景下，陕西省果树研究所腐烂病研究课题再度上马。课题组由陈策、王金友、史秀琴、李美娜 4 人组成，沿用 60 年代初期形成的思路，立足西北，继续研究。

首先在 1974 年 4 月下旬至 6 月上旬，花了一个半月时间，在陕西省渭北地区的三原、铜川，陕北地区的洛川、延安，秦岭高地的凤县，甘肃天水地区，进行广泛调查，了解该地区腐烂病发生和防治情况。

1975 年，陕西省果树研究所与凤县林业管理处合作，在凤县红光园艺场设立腐烂病研究基点。承宝鸡市科学技术局和凤县林业管理处支持，创造条件，可以在基点进行切片、镜检及分离培养等常规工作。王金友同志、凤县林业管理处的孙竑同志和我住在果园，与苹果树密切接触，防治试验天地广阔，条件艰苦，但工作完全自主。三人合力，周年定期观察发病情况，挠皮刮病，切片镜检，分离培养，进行多项田间防治试验，昼思暮想，心无旁骛，连攻三年，对腐烂病的来龙去脉有了认识，选择防治时机也有了突破。

（一）综合防治试验

1975 年，在红光园艺场，选了一片历年管理粗放、树势衰弱、发病严重的苹果园，采用现有的综合防治措施，实施防治，验证效果。主要措施是：加强土壤管理，增施肥料；疏枝、缩剪、疏果，控制负载量；防治为害叶和果实的病虫害；每月检查 1 次，一旦发病，及时刮治，以及处理病枯枝，仔细刮除粗皮翘皮等。实施一年后，到 1976 年，树势有所好转，叶色浓绿，大病疤少了，受害程度明显减轻，显示出深翻，施肥，防止结果过多，增强树势，和及时刮治的好处，对推动防治起了一定作用。但是，发病数量仍未受到控制。1975—1976 年冬季，凤县苹果树遭受冻害，该园发病株率和发病块数又见增多。从防治实践中体验到，树势衰弱、发病严重的果园，单是依靠这些办法，不容易达到迅速控制发病的目的，还需要补充其他有效方法。为了尽快地压低和控制发病，试用了重刮皮防病法，下功夫寻求药剂防治方法。

重刮皮防病有效，但有局限性，可行性差，只能用于主干和大主枝下段，对树冠中上部，还得采取其他防治方法。

药剂防治方面，前已明确，根据腐烂病病原菌侵染特点，应选用具有铲除作用的杀菌剂。20 世纪 70 年代初期，我国已生产 40% 福美肿可湿性粉剂，据辽宁省熊岳农业科学研究所测试，铲除效果良好。1974 年将 40% 福美肿可湿性粉剂拿来在凤县试验，使用 100 倍液，在冬春发病盛期到来之前，于 11 月 22 日喷施。到 1975 年 4~5 月调查，预防发病效果不高，需要进一步探索施药时机。