

DOI:10.11937/bfyy.201513054

# 苹果树腐烂病的防治研究进展

李 阳<sup>1,2,3</sup>, 宋 素 琴<sup>1</sup>, 王 静<sup>2</sup>, 楚 敏<sup>1</sup>

(1. 新疆农业科学院 微生物应用研究所, 新疆特殊环境微生物实验室, 新疆 乌鲁木齐 830091; 2. 新疆农业大学 食品科学与药学院, 新疆 乌鲁木齐 830091; 3. 新疆轻工职业技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830021)

**摘 要:**苹果作为我国水果产业的主力军,在水果产业中发挥着举足轻重的作用,其产业发展不仅提高了农民经济收入、丰富了市场供给,而且加大开拓了国际市场力度。但近年来,苹果树腐烂病病势逐年严重,已成为制约苹果产业快速发展的重要因素之一。由于该病的复杂性,传统的方法在田间已不能彻底根治,因此,探索苹果树腐烂病高效防治技术成为生产上的亟待研究解决的重要课题。鉴于此,重点介绍了苹果树腐烂病的化学防治和生物防治研究现状。

**关键词:**苹果树腐烂病;病害;化学防治;生物防治

**中图分类号:**S 436.611.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0194-04

苹果树在我国约有 2 000 余年种植历史,栽培面积和产量占世界总量的 45%左右;2012 年我国栽种面积为 257 万 hm<sup>2</sup>,产量为 3 960 万 t,比 2011 年产量提高了 350 万 t。其产区主要分布在西北黄土高原、黄河故道和秦岭北麓、西南冷凉高地和渤海湾、新疆阿克苏和伊犁等地。随着苹果产业在国内外的快速发展,近年来也面临着各种因素的制约。例如现有的栽培技术跟不上产业的发展、产后缺乏足够的处理措施、管理水平不高、病虫害灾害、老园陆续进入更新期等。其中苹果树腐烂病发病情况逐年严重,爆发时可能使整个果园受损,严重影响了苹果的质量和产量,也直接关系到果农的经济收入和该产业的发展。苹果树腐烂病病原菌是一种寄生性比较弱的真菌,但是该真菌生长顽固、反复,对果园有强烈的毁灭性,该病害已成为我国苹果产业的重要病害之一。各产区在采取相关防治方法的同时也在探索高效、

环保、高产的技能,鉴于苹果树腐烂病的危害性及防治的难度,重点研究了其物理防治、化学防治和生物防治的综合现状,以期为该病害的防治提供参考<sup>[1]</sup>。

## 1 苹果树腐烂病的研究概况

### 1.1 苹果树腐烂病的症状、危害

苹果树腐烂病(*Valsa mali* Miyabe et Yamada)俗称烂皮病、臭皮病、串湿病等,是由苹果腐皮壳被病原菌感染引发的一种病害,该病症状常见的有枝枯型和溃疡型。在新疆阿克苏地区以干腐型为主。

日本于 1903 年第一次发现该病并进行报道。1928 年华盛顿爆发该病,面积达 90%,造成巨大的经济损失。1972 年北海道苹果树腐烂病大面积爆发,达 94.3%,大量果园被毁。而在我国,该病发病区域广泛,遍布了全国各产区,北部各产地尤其严重<sup>[2]</sup>。1916 年在我国辽宁省南部区域发现苹果树腐烂病,1948—1949 年及 1960 年曾两度在辽南地区大肆横行,使大批果树死亡<sup>[3]</sup>。1975 年后该病在河南省的发病程度逐年加重,发病率明显上升,发病面积逐渐扩大<sup>[4]</sup>。1998 年青海省民和县苹果树腐烂病的发病面积达到了 375 hm<sup>2</sup>,一般果园的发病率达 12%,严重的达到了 45%,死亡率达到了 3.0%~5.0%<sup>[5]</sup>。众所周知,陕西省是我国苹果产业的优生态

**第一作者简介:**李阳(1985-),女,硕士,讲师,研究方向为植物生理学。E-mail:1501740810@qq.com.

**责任作者:**宋素琴(1976-),女,硕士,副研究员,研究方向为微生物天然活性产物和植物病理学。E-mail:suqin\_song@163.com.

**基金项目:**新疆科技援疆资助项目(201491150)。

**收稿日期:**2015-01-28

**Abstract:** Haploid breeding was an effective method for germplasm innovation and good traits fixation. Haploid was obtained mainly by the method of isolated microspore culture. This paper reviewed the factors affecting the microspore embryogenesis and plant regeneration of eggplant, such as materials, pretreatment, microspores isolation, differentiation and plant regeneration and discussed the future research direction according to the existing problems in the isolated microspore culture of eggplant.

**Keywords:** eggplant; microspore; isolated; differentiation; regeneration

区,全省苹果栽种面积达到 60.2 万  $\text{hm}^2$ ,年产量 858 万 t,产量居全国首位。但近年来陕西苹果树腐烂病病势逐年严重,制约了陕西苹果产业的迅速发展。2002 年对苹果树腐烂病严重发生的陕西渭北旱塬进行调查,调查中发现,管理一般的果园患病率达到 10%,管理粗放的果园则是一片狼藉,患病率高达 30%。陕西省关中地区也是苹果树种植优生生态区之一,2005 年对苹果树腐烂病的调查结果显示:该区腐烂病发病率最高的达到 92%,几乎全园毁灭,给果农造成了重大的经济损失<sup>[6]</sup>。该病害在新疆阿克苏局部地区发生严重,主要原因是 2007/2008 年冬季干旱少雪,发生冻害,再加上当年负载量过大,造成腐烂病严重发生,如库克瓦什林管站和红旗坡 6 队,有的果园发病率达 95%。

## 1.2 苹果树腐烂病病原研究

1.2.1 病原菌种类及其来源 1903 年日本第一次发现该病,并命名为苹果树腐烂病。1909 年宫布、山前证实是该病真菌病害引起的,并将病原菌定名为 *Valsa mali* Miyabe et Yamada<sup>[7]</sup>。据报道,*Cytospora* sp<sup>[8]</sup>、苹果壳囊孢 *C. mandshurica*<sup>[9]</sup>、仁果壳囊孢 *C. microspora*<sup>[10]</sup>、核果壳囊孢 *C. leucostoma*<sup>[11]</sup>、梨壳囊孢 *C. carphosperma*<sup>[12]</sup>、桃干枯壳囊孢 *C. cincta*<sup>[13]</sup>等均可侵染苹果树,为常见的病原菌。而 Sakuma 等<sup>[14]</sup>研究认为中国、韩国和日本苹果树腐烂病的主要病原菌为 *C. sacculus*。由于该病菌主要通过无性繁殖进行危害,国内外对苹果树腐烂病的病原菌种属划分还没有统一的意见。国内有将我国腐烂病菌定为 *C. sacculus*<sup>[15]</sup>,但樊民周等<sup>[12]</sup>认为梨壳囊孢和苹果壳囊孢 2 个种是陕西省苹果树腐烂病病原菌。不同的见解影响了人们对病害发生机理和流行周期的深度认识,制约了对病害预防、防治和寄主抗病性强弱的研究,致使该病害防治缺乏根本、快速的防治方法。关于中国苹果树腐烂病菌的侵染来源,李美娜等<sup>[16]</sup>研究认为有 2 种途径:一是从日本引进的苹果树苗携带病菌;二是原产在中国的野生苹果属的某些种的果树本身就携带病原菌。

1.2.2 病原菌的致病物质研究 苹果树腐烂病病原菌致病研究,目前有 3 种共识:一是刘福昌等<sup>[17]</sup>认为的果胶酶。Gairola 等<sup>[18]</sup>研究表明酶在病原菌侵染病斑过程中扮演着重要的角色。二是 Koganezawa 等<sup>[19]</sup>、Defago<sup>[20]</sup>、Svircev 等<sup>[21]</sup>认为的由病原菌所分泌的有机酸(主要为草酸)和一些小分子物质(多肽)。三是 Chatterjee 等<sup>[22]</sup>、Jayasankar 等<sup>[23]</sup>认为的植物毒素,但该说法没有合理的解释。

1.2.3 病原菌致病的其它相关因子 除了上述因子,还存在其它相关因子,例如气象因子、树势强弱、栽培密度、土壤肥沃情况、管理水平、苹果树冻害等都和病害流行有一定的关系<sup>[24-25]</sup>。

## 1.3 苹果树腐烂病侵染循环

1.3.1 侵染来源及传播介质 苹果树腐烂病初侵染源可以是分生孢子器、分生孢子、越冬的菌丝,或者是子囊壳及子囊孢子。冬天一般寄生在病斑皮层、病死组织、幼树的死芽剪口、附近的病变残枝等场所,春天便进入侵染生长期。该病原菌每月生成的分生孢子器是苹果树腐烂病的再侵染源,主要形成部位为往年遗留的病斑,其次为 2 年剪口、3 年剪口或多年剪口。在合适的条件下,这些分生孢子器可以在不同时期侵染苹果树不同部位而致病。病菌孢子的传播介质主要有昆虫、雨水、气流等<sup>[26]</sup>。

1.3.2 侵染特点 刘福昌等<sup>[17]</sup>研究了苹果树腐烂病的病原菌侵染特点,发现其能长期潜伏在树皮上的不健康组织或细胞团中。病原菌存在着入侵容易扩展难的特点,只有当寄主苹果树抗性减弱或失去抗性时,它才表现出强烈的致病性,导致病害。而对苹果树来说,存在着抵抗病原菌入侵难扩散易的特点。鉴于苹果树腐烂病病原菌的潜伏特性,可以从增强树势、提高植株抗病力这 2 个方面着手来预防该病的大发生及危害。同时,药剂筛选研究重点在于能保护、防治、彻底杀菌<sup>[27]</sup>。

1.3.3 侵染周期 苹果腐烂病病原菌的寄生性相对较弱,常见的侵入介质有已经死亡的皮层组织、果柄痕、叶痕、皮孔,长期潜伏。当树体或局部组织衰弱、抵抗力下降时,潜伏菌丝就进一步扩展,表现腐烂病症状。所以,果树受冻害或负载量超荷以后,树势极弱,腐烂病就大肆横行。腐烂病一般 1 年有 2 次高峰期,早春 3—4 月,天气渐暖,病斑扩展迅速,进入病原菌生长旺盛期。5 月果树进入茂盛生长期,树体抵抗力增加,发病率急剧下降,病斑扩展逐步变慢。9—11 月,树体停止生长,抗病能力下降,病斑又迅速增加和发展。因此,治疗苹果树腐烂病的最佳时期是 2—4 月和 9—11 月<sup>[28]</sup>。

## 2 苹果树腐烂病的综合防治

国内外对于苹果树腐烂病防治研究的报道很多,但由于苹果树腐烂病的复杂性,效果并不十分理想,而日益严重的病害已经影响到我国苹果生产的发展和出口。因此,急需探索出简单、高效、环保的方法防治苹果树腐烂病的发生。目前,防治该病害的办法主要有以下几种。

### 2.1 栽培管理

加强果园栽培管理,增强树势能从根本上降低、防治苹果树腐烂病的发生。田间常见的栽培管理主要有以下措施:合理施肥;适当负载;合理灌溉;保持果园卫生。

### 2.2 物理防治

在实际生产中,物理防治对苹果树腐烂病也起到了

一定的作用。根据病原菌的潜伏侵染特性,例如通过糊泥浆法、扩刮法、病疤桥接法和伤疤大补皮法增强树势,提高苹果树抗病能力<sup>[29]</sup>。

### 2.3 化学防治

化学防治是苹果树腐烂病防治的主要方法之一,随着科技的进步,化学防治药剂的种类和数量不断扩增。从20世纪50年代早期开始探索研究保护性杀菌剂;20

世纪60年代初发现苹果树腐烂病具有侵染特性,开始研究新的杀菌剂;20世纪70年代常用的化学药剂主要有石硫合剂、硫酸铜液或升汞等;20世纪80年代使用的药剂越来越多,主要有福美坤可湿性粉剂、腐殖酸钠等;20世纪90年代,化学药剂以安索菌毒清、苯扬粉好力克为主。

表1 不同年代使用的化学药剂

20世纪不同年代	方法	特点	效果
50	喷保护性杀菌剂	杜绝病菌侵染	效果不理想
60	开始研究筛选具铲除效能的杀菌剂或内吸杀菌	杜绝病菌潜伏侵染	效果理想
70	石硫合剂、铜制剂、甲基托布津、多菌灵等化学单剂或混剂	杜绝病菌潜伏侵染,保护病变组织	效果较好
80	福美坤可湿性粉剂、腐殖酸钠、黄腐酸和843康复剂等	病变组织形成新的树皮	效果良好
90	安索菌毒清、苯扬粉好力克	杀灭腐烂病菌孢子	效果良好

### 2.4 生物防治

2.4.1 微生物防治 微生物防治是拮抗菌与病原菌在营养和空间上竞争时占优势,同时分泌拮抗物质,使原生质浓缩解体、菌丝畸形而消除病原菌。目前的研究主要集中在放线菌、生防真菌和其它微生物。国内高克祥等<sup>[30]</sup>、茆振川<sup>[31]</sup>、王东昌等<sup>[32]</sup>、郜佐鹏等<sup>[33]</sup>、辛雅芬等<sup>[34]</sup>研究的哈茨木霉菌株(*Trichoderma harzianum*) T88、木霉菌的培养滤液、拮抗菌种 AT9706、植物内生放线菌 BAR1-5 的无菌发酵滤液、ND35 菌对苹果树腐烂病菌均有一定的抑制作用。其中王东昌等<sup>[32]</sup>研究得到的 AT9706,室内经过验证其对苹果树腐烂病菌的抑制作用达到100%,田间采用 AT9706 效果达到99.5%;国外奥野智旦<sup>[35]</sup>研究的类似体4-乙酰氧基-植物内生菌酮及植物内生菌酮(Cycloheximide)均能抑制腐烂病菌孢子萌发,还研究证明 *Fusarium* 属菌(*F. solani* f. sp. *radicicola*)对腐烂病有很强的拮抗作用。并且某些 *Fusarium* 属的种类还可以产生和 *Trichoderma polyspore* (Linkexpers)产生的由11个氨基酸组成的环状肽 Cyclosporins A 和 C,但是 Cyclosporins 和植物内生菌酮对苹果树上病斑的扩大却没有良好的阻止效果<sup>[36]</sup>。

2.4.2 抗生素防治 当今抗生素防治主要研究高效、低毒、持效期长、彻底杀菌、能促进伤疤愈合的生物农药。常用的抗生素有以下几种:农用抗生素-S-921,是河北生物所研制的一种新型农药抗生素,治愈率高达95%以上,病斑的复发率在5%以下。发酵液,程廉<sup>[36]</sup>用11371发酵液防治腐烂病,田间试验治愈率达到100%,该发酵液还能促进病疤周围组织愈合,并且杀菌效果、速度和浓度成正比。抗生素-K-76, Abe等<sup>[37]</sup>从菌株672-AV2的滤液中分离得到的,通过拮抗筛选表明其对病原菌有较弱的抑制作用。

### 2.5 植物源农药防治

植物源防治是在植物中寻找生物活性物质进行杀菌或抑菌,是农药研究范畴的热点之一。我国当前已查

明的、可用的植物共有213科1957属10027种,其中研究发现具有杀菌或抑菌作用的有1000多种,资源非常丰富。柯杨等<sup>[38]</sup>发现的臭氧油防治苹果树腐烂病效果明显,经过120d的治愈,康复率达到96.8%,复发率极小,仅为3.2%;关丽杰等<sup>[39]</sup>发现的补骨脂提取物和杨燕等<sup>[40]</sup>发现的植物提取物多羟基双萜醛(WCT)对苹果树腐烂病菌均具有一定的抑制作用,后者还能诱导寄主产生抗性,增强树势,并且浓度越高,抑制作用越强。

### 3 苹果树腐烂病防治技术展望

苹果树腐烂病是一种潜在侵染性病害,强化果园的种植管理制度,改进果园的卫生条件,提高寄主的抗病能力,是综合防治的基础。传统上多用化学防治,虽然有一定成效,但也存在着弊端,长期使用对人畜健康和环境构成威胁,因此,除了培育抗病新品种是最根本、最有效的途径外;在生物技术日新月异发展的今天,一定能研究出高效的生物制剂防治病害,从根本上解决问题。

#### 参考文献

- [1] 董金皋. 农业植物病理学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:240-244.
- [2] 陕西省果树研究所,西北农学院. 果树病虫害及其防治[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1983.
- [3] 辛选民,刘秉利. 陕西渭北旱塬2002年苹果树腐烂病重度发生的原因[J]. 西北园艺,2002(5):40.
- [4] 高九思,代彦满,王安超,等. 生物药剂树体喷淋对苹果树腐烂病的防控效果[J]. 山西果树,2004,12(4):45-46.
- [5] 王彦红,蔡利柱. 苹果树腐烂病的流行因素于防治[J]. 青海农林科技,1998(3):60.
- [6] 王磊,戴睿,黄丽丽,等. 陕西关中地区苹果树腐烂病调查初报[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005(33):98-100.
- [7] 陈策. 国外对于苹果树腐烂病、桃树腐烂病以及其他同类病害的研究近况[J]. 中国果树,1988(增刊):68-76.
- [8] Sakuma T. A consideration of the simple screening method to determine the efficiency of fungicides on apple valsa canker[J]. Japanese Pest and Disease Research,1980,31:82-83.
- [9] 张中义,冷怀琼,张志铭,等. 植物病原真菌学[M]. 成都:四川科学技术出版社,1988.



- [10] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979.
- [11] 刘开启,牟惠芳,刘晖,等. 苹果树腐烂病的侵染来源研究[J]. 东农业大学学报,1996,27(3):281-283.
- [12] 樊民周,张王斌,安德荣,等. 陕西苹果腐烂病原菌的鉴定[J]. 西北农业学报,2004,13(3):60-61.
- [13] Adams G C, Surve-Iyer R S, Iezzoni A F. Ribosomal DNA sequence divergence and group I introns within the *Leucostoma species* L. cinctum L. persoonii and L. *parapersoonii* sp. Nov., Ascomycetes that cause Cytospora canker of fruit trees[J]. Mycologia,2002,94(6):947-967.
- [14] Sakuma T, Jones A L, Aldwinckle H S. Valsa canker, in Compendium of Apple and Pear Disease[M]. St Paul:APS Press,1990.
- [15] 李怀方. 园艺植物病理学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2002.
- [16] 李美娜,王金友. 苹果树腐烂病菌来源探讨[J]. 北方果树,1990(2):28-30.
- [17] 刘福昌,李美娜,王永淦. 苹果树腐烂病菌的致病因素-果胶酶的初步探讨[J]. 中国果树,1980(4):45-48.
- [18] Gairola C, Powell D. Extracellular enzymes and pathogenesis by peach cytosporas[J]. Phytopathologische Zeitschrift,1971,72:305-314.
- [19] Koganezawa H, Sakuma T. Possible role of breakdown products of phloridzin in symptom development by valsa ceratosperma[J]. Annual Phytopathology Society Japan,1982,48:521-528.
- [20] Defago G. Seconde contribution ale connaissance des Valsees v. H. [J]. Phytopathologische Zeitschrift,1942,14:103-147.
- [21] Svircev A M, Biggs A R, Miles N W. Isolation and partial purification of phytotoxins from liquid cultures of *Leucostoma cincta* and *Leucostoma persoonii* [J]. Canadian Journal Botany,1991,69:1998-2003.
- [22] Chatterjee A K, Gibbins L N. Metabolism of phloridzin by *Erwinia herbicola*:nature of the degradation products,and the purification and properties of phloretin hydrolase[J]. Journal Bacteriology,1969,100:594-600.
- [23] Jayasankar N P, Bandoni R J, Towers G H N. Phenylalanine and tyrosine ammonia-lyase activity in some basidiomycetes[J]. Phytochemistry,1968,7:205-205.
- [24] 景学富. 苹果树腐烂病的发生与冻害的关系[J]. 辽宁农业科学,1979(4):16-18.
- [25] 盐人良贞. 苹果树的树势与腐烂病的发生消长[J]. 植物病理学文摘,1982(5):7.
- [26] 阎应理,荆志刚. 苹果树腐烂病菌分生孢子田间消失规律研究[J]. 植物病理学报,1988,18(4):208.
- [27] 段泽敏,王贤萍,周柏玲. 苹果树腐烂病无公害防治技术研究[J]. 山西农业科学,2002,30(4):55-59.
- [28] 陈策,王金有,史秀琴,等. 辽宁西部地区苹果树腐烂病发生发展过程观察和药剂防治试验[J]. 中国果树,1980(4):39-40.
- [29] 李学安. 苹果树腐烂病伤疤大补皮的观察研究[J]. 山西果树,1989(1):29-31.
- [30] 高克祥,刘晓光,王淑红,等. 木霉菌种 T88 对 7 种病原真菌的拮抗作用[J]. 河北林果研究,1999,14(2):159-162.
- [31] 郭振川. 木霉菌培养液对苹果腐烂病菌的拮抗作用[J]. 河北果树,2003(3):15-16.
- [32] 王东昌,辛玉成,郝秀青,等. 苹果树枝干病害的生物防治[J]. 吉林农业科学,2001,26(2):49-50.
- [33] 郜佐鹏,柯希望,韦洁玲,等. 七株植物内生放线菌对苹果树腐烂病的防治作用[J]. 植物保护学报,2009,36(5):410-416.
- [34] 辛雅芬,商金杰. 用螺旋毛壳(*Chaetomium spirale*)ND35 菌防治果树腐烂病的试验研究[J]. Journal of Forestry Research,2005,16(2):121-124.
- [35] 奥野智旦. 苹果树腐烂病菌拮抗菌的代谢产物[J]. 化学与生物,1981,19(6):365-367.
- [36] 程廉. 11371 发酵液防治苹果树腐烂病的试验[J]. 生物防治通报,1988(1):46-47.
- [37] Abe Y, Shimazu A, Seto H. Propanosine(K-76), a new antibiotic active against *Valsa ceratosperma*, the pathogen of apple canker disease[J]. Agriculture and Biological Chemistry,1983,47(11):2703-2705.
- [38] 柯杨,李勃,马瑜,等. 臭氧化植物油防治苹果树腐烂病的研究简报[J]. 陕西农业科学,2012(3):68-69.
- [39] 关丽杰,张寒末,蔡丽丽,等. 补骨脂提取物对苹果树腐烂病菌的抑制作用[J]. 沈阳农业大学学报,2008,39(3):358-361.
- [40] 杨燕,魏海娟,赵震,等. 植物提取物多羟基双萜醛对苹果树腐烂病菌的抑制作用研究[J]. 植物病理学报,2011,41(4):421-427.

## Research Progress on Control of the Valsa Canker of Apple Trees

LI Yang<sup>1,2,3</sup>, SONG Suqin<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>2</sup>, CHU Min<sup>1</sup>

(1. Institute of Microbiology, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Xinjiang Laboratory of Special Environmental Microbiology, Urumqi, Xinjiang 830091; 2. College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 3. Xinjiang Institute of Light Industry Technology, Urumqi, Xinjiang 830021)

**Abstract:** As the main force, apple played a decisive role in the fruit industry. It was good for raising farmers' incomes and living standards, and could strengthen the export capacity in China. But in recent years, the apple canker occurred seriously, and the range of its infection were very broad. And the disease even became one of the important restricted agents to the development of apple industry. Due to the complexity of the disease, traditional methods could not cure it in the field, so the screen of fungicide and the new method to control it was detected. In view of this, the study focused on the status of the chemical and biological control of apple tree canker disease.

**Keywords:** apple valsa canker; disease; chemical control; biological control