

文章编号: 1001-1498(2008)05-0630-05

# 鸭梨果实轮纹病潜伏侵染时期及采后发病规律的研究

王艳娜<sup>1,2</sup>, 王贵禧<sup>1\*</sup>, 梁丽松<sup>1</sup>, 朴春根<sup>3</sup>, 赵晓芳<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091; 2. 中国林学会, 北京 100091;  
3. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

**摘要:** 本试验以鸭梨为试材果实, 研究了不同发育期套袋处理、解袋暴露处理、涂抹和刺伤接种轮纹病菌孢子悬液处理的鸭梨果实采后不同时期的发病规律。结果表明, 鸭梨轮纹病菌主要侵染期为盛花期后 50 ~ 70 d, 但盛花期 110 d 以后仍然可以侵染, 而盛花期后 50 d 内不易感染轮纹病菌; 轮纹病病原菌更容易通过伤口侵染; 在采后梯度降温贮藏条件下, 鸭梨轮纹病的集中发病期为采后 40 ~ 60 d; 接种孢子悬液使果实的发病期提前、发病率提高。

**关键词:** 鸭梨果实; 轮纹病; 潜伏侵染; 采后发病

中图分类号: S763

文献标识码: A

## Study on the Stage of Latent Infection and Regularity of Development of the Pear Ring Rot Disease after Postharvest

WANG Yan-na<sup>1,2</sup>, WANG Gui-xi<sup>1</sup>, LIANG Li-song<sup>1</sup>, PU Chun-gen<sup>3</sup>, ZHAO Xiao-fang<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;  
2. Chinese Society of Forestry, Beijing 100091, China; 3. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** In order to make sure the latent infection and rotting stage of the ring rot disease caused by *Physalospora piricola*, the fruit was bagged and un-bagged at different after blossom, and the smearing and inoculation with *Physalospora piricola* spore were also conducted regularly during the growth of fruit. The results showed that the main infection time of *P. piricola* to the pear fruit was from 50 d to 70 d after blossom, the infection was also occurred after 110 d of blossom, but it was not easy to be infected within 50 d after blossom. The pathogen was easily infected the fruit through tiny wound. The rotting fruit was mainly took place at the stage of 40 ~ 60 d after harvest at the step-cooling storage condition. The fruit inoculated with spore solution at growth stage was more easily decayed than the control.

**Key words:** 'Yali' pear fruits; ring rot disease; latent infection; disease development after postharvest

梨 (*Pyrus* spp.) 是我国栽培历史久、面积大、产量高的果树之一。鸭梨果实具有很高的食用和药用价值, 并且价格低廉, 是我国主要消费水果。而梨果实在生长发育及贮藏期间, 时刻会受到病害的威胁, 尤其是一些真菌侵染造成的病害。由于在生长期潜伏侵染, 直至果实近成熟期和贮藏运输期发病, 控制

和防范均有很大困难, 轮纹病就是最严重的果实真菌病害之一<sup>[1]</sup>。以前人们认为果实病害主要在花期或幼果期侵染<sup>[2]</sup>, 但鸭梨果实轮纹病菌的准确侵染时期未见报道。为了控制果实病害, 生产上通常采取果实套袋或大量喷洒杀菌剂进行防治<sup>[3-4]</sup>, 但是过量使用农药存在安全隐患<sup>[5]</sup>, 套袋的时间也存在

收稿日期: 2007-03-14

基金项目: 国家自然科学基金 (30571300/C02021005); “十一五” 国家科技支撑计划重点项目 (2006BAD22B04)

作者简介: 王艳娜 (1979—), 女, 河北石家庄人, 博士, 从事果实贮藏保鲜与病害的研究。

\* 通讯作者。

不准确性。因此准确掌握轮纹病菌的侵染时期,以便在病菌侵染前及时套袋,或者只在侵染高峰期喷施农药,从而在有效防治病害的同时减少农药残留。本试验在鸭梨果实不同发育期进行套袋,调查不同套袋处理对果实的采后发病情况,探究轮纹病菌潜伏侵染时期和采后发病规律,为防治鸭梨果实轮纹病提供指导依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 鸭梨 2005、2006年在河北省赵县范庄园艺场选择树势一致、生长结果正常的盛果期鸭梨 (*Pyrus bretschneideri* Rehd. cv. 'Yali') 10棵作为试验鸭梨树。

1.1.2 病原菌 轮纹病菌梨生囊孢壳 (*Physalospora piricola* Nose) 分离自赵县冷库具典型轮纹病病状鸭梨果实。取病果病健交界处果肉分离、纯化、鉴定<sup>[6]</sup>。

1.1.3 纸袋类型 双层蜡袋

### 1.2 鸭梨果实病害侵染时期研究

1.2.1 鸭梨不同发育期套袋 2005、2006年分别为在盛花期后 10、20、30、50、70、90 d 进行套袋处理。每次在 10棵鸭梨树不同方位随机选择大小一致的 60个果实进行套袋,以不套袋的果实为对照 (CK)。

1.2.2 鸭梨不同发育期解袋暴露 盛花期后 10 d 在 10棵鸭梨树不同方位随机选择 1 000个果实进行套袋,分别在盛花期后 20、30、50、70、90 d 解开 60个纸袋暴露果实,再在盛花期后 30、50、70、90、110 d 重新套袋,以不套袋的果实为对照 (CK)。

### 1.3 鸭梨不同发育期接种轮纹病菌处理

1.3.1 孢子悬液的制备 将轮纹病菌接种在 PSA 培养基上,培养皿在 28 ℃ 生化培养箱内培养 3 d,然后将培养皿放在黑光灯下,待菌丝长满培养皿后,用接种环刮除菌丝,再置黑光灯下培养 4~5 d,诱发孢子产生。将培养皿中孢子刮下,用无菌水配成  $1 \times 10^5$  mL 的孢子悬浮液备用<sup>[7]</sup>。

1.3.2 涂抹接种 盛花期后 30、50、70、90 d 在 10棵树中选择长势大小一致的果实 60个,用 75%的酒精将果面和果柄表面消毒后,用灭菌的毛笔将孢子悬液涂抹果面,立即套袋。每组处理对照用 75%酒精消毒、涂抹无菌水后套袋;以生长期一直不处理、不套袋的果实为对照 (CK)。

1.3.3 刺伤接种 盛花期后 30、50、70、90 d 在 10

棵树中选择长势大小一致的果实 60个,用 75%的酒精将果面和果柄表面消毒后,用消毒的解剖针每果刺伤 3处,在刺伤部位做标记,用灭菌的毛笔将孢子悬浮液涂抹于果面,立即套袋。每组处理对照只用 75%酒精消毒、刺伤后涂抹无菌水后套袋;以生长期一直不处理、不套袋的果实为对照 (CK)。

### 1.4 鸭梨贮藏及发病规律调查

1.4.1 鸭梨贮藏 鸭梨果实 9月 26日采收,9月 27日入库,库温 10 ℃,每 3天降低 1 ℃,至 0 ℃ 恒定<sup>[7]</sup>。

1.4.2 发病规律调查 采后 0、5、10、20、40、60、120 d 调查贮藏鸭梨果实的腐烂率和腐烂指数。按下述标准进行病情分级:0级:果实无病斑;1级:病斑面积小于全果 1/4;2级:病斑面积占全果 1/4~1/2;3级:病斑面积占全果 1/2~3/4;4级:病斑面积占全果 3/4以上。

腐烂指数 = [ (发病级数 × 该级别个数) / (4 × 总个数) ] × 100%

绝对腐烂率 = 腐烂果实个数 / 总个数 × 100%

### 1.5 数据分析处理

数据采用 SPSS 软件进行分析处理,采用 ANOVA 进行邓肯氏多重差异分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 鸭梨轮纹病菌侵染和发病时期

采后 0、5、10、20、40、60、120 d 不同时间对不同套袋处理果实轮纹病发病情况调查结果如表 1。盛花期后 10、20、30 d 套袋的果实在贮藏 120 d 后均未出现烂果;盛花期后 50 d 套袋的果实在贮藏 120 d 内只有在第 60天检测时出现了烂果,腐烂率和腐烂指数分别为 0.84% 和 0.21%;盛花期后 70 d 套袋的果实在贮藏 40 d 时出现轻微腐烂,贮藏 120 d 时总腐烂率和腐烂指数分别为 2.72% 和 0.68%;盛花期后 90 d 套袋的果实在贮藏期间烂果明显增多,贮藏 120 d 时总腐烂率和腐烂指数分别为 10.42% 和 2.03%;盛花期后 110 d 套袋的果实在贮藏期间贮藏 120 d,腐烂率和腐烂指数分别为 17.94% 和 3.32%。采收当天未套袋的鸭梨 (CK) 出现了烂果,贮藏 20 d 时腐烂率达到 12.50%,贮藏 120 d 时总腐烂率达到 25.00%。差异显著性分析显示,未套袋处理 (CK) 与所有套袋处理的腐烂率和腐烂指数差异显著 ( $P < 0.05$ )。盛花后 70~110 d 为主要侵染时期,盛花后 110 d 套袋果实的轮纹病发病率达到

对照的 71.76%,说明盛花期 110 d 以后轮纹病菌仍然可以侵染果实。

采后不同时期解袋暴露处理果实轮纹病发病情况调查结果如表 2。盛花期后 50 d 以前解袋暴露的果实一直未出现腐烂现象;盛花期后 50~70 d 解袋暴露的果实从采后 20 d 开始出现腐烂,至 120 d 后腐烂率和腐烂指数分别为 13.77% 和 3.46%;盛花期后 70~90 d 解袋暴露的果实也是从采后 20 d 开始出现腐烂,至 120 d 后腐烂率和腐烂指数分别为 5.01% 和 1.26%;盛花期后 90~110 d 解袋暴露的果实从 40 d 出现腐烂至 120 d 腐烂率和腐烂指数分别

为 1.32% 和 0.41%;采收当天未套袋的鸭梨 (CK) 出现了烂果,贮藏 20 d 时腐烂率达到 12.50%,贮藏 120 d 时腐烂率达到 25.00%。差异显著性分析显示,盛花期未套袋处理 (CK) 与所有套袋处理累积腐烂率和腐烂指数差异显著。不同时期套袋处理对鸭梨果实采后贮藏腐烂率和腐烂指数的影响差异显著 ( $P < 0.05$ ),盛花期后 50~70 d 和 70~90 d 之间暴露的果实采后累积腐烂率分别达到对照的 55% 和 20%,至 110 d 总腐烂率达 80.42%。以上结果说明,盛花期后 50~70 d 是轮纹病菌的集中侵染时期,但盛花期 110 d 以后病原菌仍可以侵染果实。

表 1 鸭梨田间不同发育期套袋处理采后贮藏发病情况

盛花期后天数 (套袋) / d	采后天数 / d																	
	0		5		10		20		40		60		120		(120 合计)			
	腐烂率 / %	腐烂指数 / %																
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0a	0a
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0a	0a
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0a	0a
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.84	0.21	0	0	0.84b	0.21b	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0.84	0.21	1.67	0.42	0.21	0.05	2.72c	0.68c		
90	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0.84	6.67	1.08	0.42	0.11	10.42e	2.03e		
110	0	0	0	0	0.84	0.21	1.67	0.42	7.09	1.19	6.67	1.08	1.67	0.42	17.94d	3.32d		
(CK)	3.33	0.84	0	0	1.67	0.42	12.50	3.14	3.33	0.84	3.33	0.84	0.84	0.21	25.00f	6.29f		

注:不同字母表示在  $P < 0.05$  水平上差异显著。

表 2 鸭梨田间不同发育期解袋暴露处理采后贮藏发病情况

盛花期后天数 (暴露) / d	采后天数 / d																	
	0		5		10		20		40		60		120		(120 合计)			
	腐烂率 / %	腐烂指数 / %																
10~20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0a	0a
20~30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0a	0a
30~50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0a	0a
50~70	0	0	0	0	0	0	3.33	0.84	8.35	2.10	1.67	0.42	0.42	0.10	13.77d	3.46d		
70~90	0	0	0	0	0	0	1.67	0.42	1.67	0.42	1.67	0.42	0	0	5.01c	1.26c		
90~110	0	0	0	0	0	0	0	0	0.84	0.21	0.42	0.10	0.42	0.10	1.32b	0.41b		
(CK)	3.33	0.84	0	0	1.67	0.42	12.50	3.14	3.33	0.84	3.33	0.84	0.84	0.21	25.00e	6.29e		

注:不同字母表示在  $P < 0.05$  水平上差异显著。

## 2.2 鸭梨不同时期接种病原菌采后腐烂率

2.2.1 鸭梨采前不同时期涂抹接种轮纹病菌采后发病情况 涂抹接种的果实在采收时均出现病果,但腐烂率与一直未套袋的对照果实 (CK) 差异不显著 ( $P < 0.05$ )。采收后 5 d,采前不同发育时期接种

病原菌处理果实的腐烂率出现差异,每组涂抹无菌水的对照处理腐烂率均为 0,且各组处理腐烂率均高于一直未处理未套袋的梨果 (CK),采收后 20 d 盛花期后 70 d 接种处理果实的腐烂率显著高于其他时期的接种处理 ( $P < 0.05$ ),直至采收 60 d 各

理间差异显著性与 20 d 时一致。这一结果与不同发育期套袋和解袋暴露处理的结果基本一致。涂抹接种处理果实采后轮纹病的发病时期比未涂抹孢子悬液的套袋处理鸭梨果实的发病时间提前 (图 1、2), 可能与涂抹接种的病原菌孢子浓度大, 更容易促进发病有关。总体来看, 不同时期涂抹轮纹病菌孢子处理对腐烂率的影响是 70 d > 50 d > 90 d > 30 d = CK。

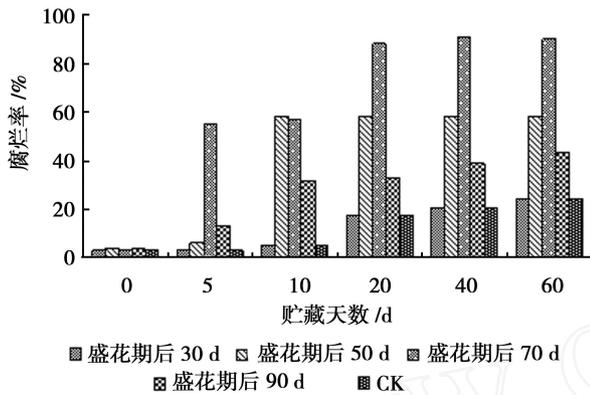


图 1 鸭梨果实不同发育期涂抹接种轮纹病孢子悬液采后腐烂率

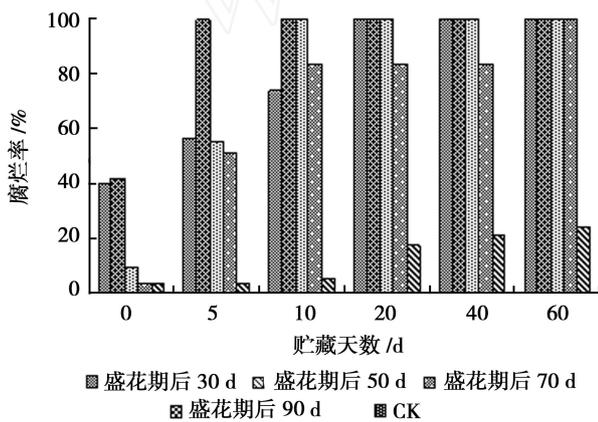


图 2 鸭梨果实不同发育期刺伤接种轮纹病菌孢子悬液采后腐烂率

2.2.2 鸭梨采前不同时期刺伤接种轮纹病菌采后腐烂率 在采收时刺伤接种的果实即出现明显的腐烂, 其中盛花后 30 d 和 50 d 刺伤接种的腐烂率分别达到 40.00% 和 56.62%, 与其他处理和对照差异显著。采收后 5 d, 不同发育期刺伤接种轮纹病菌病原菌的果实发病率明显上升, 每组涂抹无菌水对照处理腐烂率均为 0, 而各组处理腐烂率均高于一直未套袋的对照 (CK), 且差异显著 ( $P < 0.05$ ), 其中盛花期后 50 d 刺伤接种的腐烂率已达到 100%, 盛花期后 70 d 接种的梨果在采收后 10 d 腐烂率也达 100%, 贮藏 2 个月后各处理腐烂率均达到 100%。

刺伤接种比涂抹接种更容易发病, 说明轮纹病病原菌更容易通过伤口侵染。

### 3 讨论

鸭梨果实田间不同发育期套袋和暴露试验结果表明, 盛花期后 50 d 内套袋的梨果实在贮藏两个月后均未出现烂果。不同时期套袋处理结果显示轮纹病菌侵染的高峰期为 70 ~ 110 d, 不同解袋处理的结果显示轮纹病菌的侵染高峰期为 50 ~ 90 d, 盛花期后 50 和 70 d 涂抹接种轮纹病菌的果实腐烂率显著高于盛花期后 30 d 和 90 d 接种病原菌的果实。通过以上结果可以判断, 鸭梨轮纹病菌侵染果实的主要时期在盛花期后 50 ~ 70 d, 但盛花期 110 d 以后仍然有少量侵染。过去很多人认为轮纹病菌的侵染期是幼果期<sup>[2]</sup>, 但是本研究结果显示轮纹病菌的侵染高峰主要是高温、高湿的雨季, 花期和幼果早期 (盛花期后 50 d 内) 并没有出现腐烂现象, 这可能由于环境温湿度不利于轮纹病菌的传播或侵染。由赵县气象局提供的气象信息可知, 6 月中下旬至 8 月中上旬 (盛花后 50 ~ 110 d) 平均温度为 27 ~ 28 ℃, 为轮纹病菌萌发最适宜温度<sup>[8]</sup>, 平均降水量和湿度 (RH60% 以上) 明显高于其他月份, 套袋使袋内环境维持高湿度, 而 RH60% 以上的湿度利于真菌孢子的传播、附着于果实表面并潜入果实内部萌发。病原菌的侵染也与果实的生理状态有关, 本课题组的另一项研究表明, 幼果期鸭梨果实内部的与抗病性相关酚类物质含量较高, 并且 PPO、POD、和 PAL 等抗性酶的活性较强<sup>[9]</sup>, 可能由于这些抗病物质的大量存在, 使轮纹病菌侵染后在果实内的活动受到抑制。根据这一研究结果, 生产中的套袋时间可以推迟到盛花期 50 d 以后, 而过早套袋, 袋内高温、高湿, 反而会使果实生理代谢异常, 抵抗力下降, 在采收时发现过早套袋的果实果面易出现锈斑, 影响座果率。此外, 在盛花后 50 d 以内, 可以减少农药的使用量。

为了防止贮藏期果肉褐变, 鸭梨入库后需要缓慢降温<sup>[10-11]</sup>, 入库后 20 d 库温在 4 ~ 10 ℃, 在较高的贮藏温度下有利于果实贮藏病害的发生。涂抹和刺伤接菌的果实采后腐烂率和腐烂指数调查结果表明, 采收入库 20 d 内为接种病原菌果实发病高峰期, 而不同时期套袋和不同时期暴露的梨果, 从采后 20 d 后才陆续出现病果, 主要集中在采后 40 ~ 60 d 发病。贮藏期的鸭梨轮纹病是典型的潜伏侵染病

害,即采前侵染、贮藏期发病,这反应了病原菌的致病性和果实抗病性的辩证关系。作者课题组的另一项研究表明,鸭梨果实采收后 40~60 d内,抗病相关物质的含量或活性明显下降,与果实的发病时间密切相关<sup>[9,12]</sup>。鸭梨采后轮纹病的发生还与病原菌的致病能力密切相关,如正常情况下发病时期集中在采后 40~60 d,而同样的贮藏条件下,接种轮纹病菌果实的发病时间明显提前,如盛花后 50 d涂抹接种的处理在采后 5 d时的发病率就达到 60%,而盛花后 50 d刺伤接种的在采后 5 d时的发病率就达到 100%。这可能与接种后病原菌的侵染量大有关系,也与接种时间和是否刺伤有关系,机械伤使果实的发病率升高、发病时间提前,因此在生长期套袋处理和采收的过程中要尽量避免机械损伤。

#### 参考文献:

- [1] 曹玉芬,孙秉钧,李美娜,等. 梨品种果实对轮纹病的抗性鉴定 [J]. 果树科学, 1999, 16(3): 180 - 184
- [2] 王少敏,高华君,张晓兵. 梨果实套袋研究进展 [J]. 中国果树, 2002(6): 47 - 50
- [3] 薛桂新,李永勋. 套袋处理对苹果梨果实品质形成影响 [J]. 北方园艺, 1998(3,4): 55 - 56
- [4] 常新立,李志国. 梨轮纹病的发生与防治技术 [J]. 河北果树, 1997(2): 42
- [5] 赵树军. 提高鸭梨果实品质的综合管理技术 [J]. 烟台果树, 2007(2): 38
- [6] 方中达. 植病研究方法 [M]. 北京:中国农业出版社, 1998: 122 - 126
- [7] 李广旭,高艳敏,杨华,等. 轮纹病菌在苹果枝干上侵入途径的扫描电镜观察 [J]. 果树学报, 2005, 22(2): 169 - 171
- [8] Hong K H, Kim J K, Jang H I, *et al* Effect of paper sources for bagging on the appearance of fruit shin in Oriental Pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai cvs Gamchconbae and Yeongsanbae) [J]. J Korean Soc Hort Sci, 1999, 40(5): 554 - 558
- [9] 赵晓芳,王贵禧,王艳娜,等. 鸭梨果实接种轮纹病后的生长期、贮藏期几丁质酶和 1,3-葡聚糖酶活性变化 [J]. 林业科学, 2008, 44(3): 162 - 165
- [10] 霍君生,佟代言,刘彩丽,等. 鸭梨果心褐变过程中质膜过氧化及细胞内膜微粘度的变化 [J]. 园艺学报, 1995, 22(2): 221 - 224
- [11] 赵瑞平,兰凤英,夏向东,等. 不同温度下气调贮藏对鸭梨果实的影响 [J]. 北方园艺, 2005(2): 70 - 72
- [12] 祝美云,赵晓芳,王贵禧,等. 鸭梨果实接种轮纹病菌及采收前后防御酶系活性变化的研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 250 - 254