

我国主要产区柑橘采后病害发生动态

陈江华 崔雪婧 程家森 林 杨 谢甲涛 付艳苹

湖北省作物病害检测和安全控制重点实验室/华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070

摘要 对我国 14 个主要产区 9 个不同种类柑橘果实采后病害发生动态进行调查和病害鉴定, 结果发现: 采后病害种类主要为青绿霉病、酸腐病、蒂腐病、炭疽病和黑腐病, 尤其以青绿霉病为主; 不同种类柑橘的主要病害类型不同, 青绿霉病在宽皮类柑橘中发生频率较高, 而酸腐病为脐橙的主要病害; 贮藏 2 个月的病害发生率与采前 1 周雨日密切相关, 因此认为晴天采收有利于降低采后病害的发生。同时, 认为可以根据不同种类的柑橘品种依据其主要病害类型采取更有针对性的采后处理措施。

关键词 柑橘; 采后病害; 青绿霉病; 酸腐病; 蒂腐病; 炭疽病; 黑腐病; 贮藏; 发生动态

中图分类号 S 436.661.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2019)06-0092-06

柑橘(*Citrus*)属芸香科植物, 是柑、橙、柚、橘、枳、金柑等的总称, 是我国主要水果之一, 具有重要的经济价值。而在柑橘生长后期、收获运输和贮藏期间烂果现象十分普遍, 腐烂率一般可达到 20%~30%, 有的甚至能到 50%, 造成了果实品质的恶化和严重的经济损失^[1-2]。已报道的采后病害, 包括指状青霉(*P. digitatum*)引起的绿霉病、意大利青霉(*Penicillium italicum*)引起的青霉病、胶孢炭疽菌(*Collectotrichum gloeosporioides*)引起的炭疽病、柑橘链格孢(*Alternaria citri*)引起的黑腐病、拟茎点霉(*Diaporthe citri*)引起的褐色蒂腐病、蒂腐色二孢(*Diplodia natalensis*)引起的黑色蒂腐病和卵孢菌(*Geotrichum citriauranti*)引起的酸腐病等 20 余种^[3-5]。我国柑橘面积和产量都已经成为世界柑橘第一生产大国, 品种丰富, 栽培面积广。由于主要栽培地区品种、气候条件、栽培管理习惯及生产水平不同, 采后病害的发生严重程度、病害种类和主要病害的发生动态也会存在显著的差异。本研究对来自我国 14 个产区 9 个种类的柑橘采后病害进行了系统性调查和鉴定, 旨在为柑橘采后病害的精准防治提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2018 年, 从全国 14 个柑橘主要产区分别采集

温州蜜柑、脐橙(奉圆 72-1、伦晚)、沃柑、春见、椪柑、南丰蜜桔、芦柑、砂糖桔等柑橘果实样品, 柑橘产地和种类的详细信息见表 1。选择无机械伤害的健康柑橘果实单果包装后通风贮藏, 贮藏温度为 10~20℃。每周统计采后病害发生情况, 对病果进行组织分离和病原菌鉴定。

1.2 病原菌分离与鉴定

病原菌的分离采用组织分离法。用手术刀切取柑橘果皮表面的病健交界处, 75%乙醇表面消毒 3 min, 无菌水冲洗 3 次, 置于 PDA 平板上, 20℃倒置培养并进行纯化。采用 CTAB 法提取分离获得的菌株的基因组 DNA^[6], 以通用引物 ITS1/4 对其 ITS 区域进行 PCR 扩增, 序列分别为 5'-TCCGTAGGT-GAACCTGCGG-3', 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'^[7]; 按照常规 TA 克隆法对目标产物进行克隆鉴定, 委托天一辉远生物科技有限公司进行序列检测。将 ITS 序列在 NCBI 中进行同源比对, 同时与 GenBank 中已登录的模式菌株的同源序列进行亲缘关系分析。采用 MEGA 7 系统发育软件^[8]进行多重序列比对后, 采用最大似然法(maximum likelihood, ML)构建基于 ITS 序列的系统发育树, 进而确定其系统发育关系。

1.3 病原菌致病性测定

选取健康的椪柑、默科特、沃柑、脐橙等柑橘果实, 75%乙醇表面消毒 5 min, 无菌水进行清洗 5~

收稿日期: 2019-06-02
基金项目: 中央高校基本科研业务费专项(2662019PY051); 柑橘现代产业技术体系岗位科学家科研专项(CARS-26)
陈江华, 硕士研究生, 研究方向: 分子植物病理学. E-mail: jianghuachen@webmail.hzau.edu.cn
通信作者: 付艳苹, 博士, 教授, 研究方向: 分子植物病理学. E-mail: yanpingfu@mail.hzau.edu.cn

6 min,然后用无菌纱布擦干;无菌接种针刺伤果实腰部果皮(0.6 mm 深),在针刺处接种菌株菌丝块,25 ℃保湿培养,观察并记录发病情况。每菌株重复 3 次,以无伤果实接种为对照。

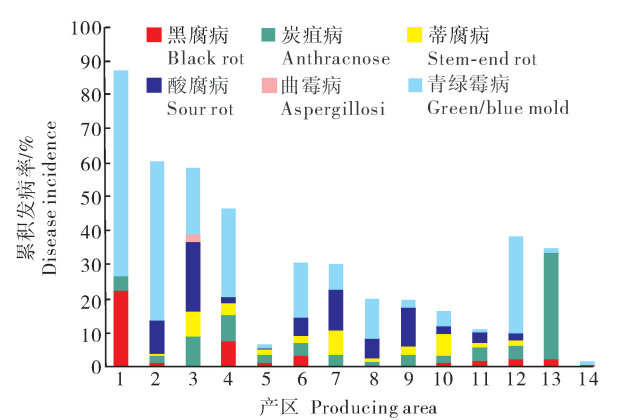
1.4 采后病害发生动态统计分析

连续调查 2 个月,计算每周累积发病率及病害种类;供试柑橘产地采收前 1 周的气象信息自 <http://www.tianqihoubao.com/lishi/index.htm> 获取,使用 Excel 2019 对病害的发生动态和采后病害发生与天气因素的关系进行分析。

2 结果与分析

2.1 采后发病总体情况

各柑橘果实单果包装后,通风库贮藏。自第 1 次观察日起每隔 1 周观察柑橘发病情况并做记录,对病果进行病原菌的分离、鉴定并进行科赫式法则验证,连续观察 2 个月后最终数据如图 1 和表 1 所示。根据病原菌致病力测定和分类鉴定结果,及各柑橘种类采后病害发生情况(图 1)可以看出,调查



1.陕西城固 Chenggu, Shaanxi; 2.广东连山 Lianshan, Guangdong; 3.重庆奉节 Fengjie, Chongqing; 4.湖南怀化 Huaihua, Hunan; 5.浙江台州 Taizhou, Zhejiang; 6.江西南丰 Nanfeng, Jiangxi; 7.广西南宁 Nanning, Guangxi; 8.湖北秭归 Zigui, Hubei; 9.四川成都 Chengdu, Sichuan; 10.福建泉州 Quanzhou, Fujian; 11.广西桂林 Guilin, Guangxi; 12.湖南湘西 Xiangxi, Hunan; 13.湖北武汉 Wuhan, Hubei; 14.湖北当阳 Dangyang, Hubei.

图 1 柑橘采后贮藏 2 个月病害发生情况
Fig.1 Postharvest diseases of citrus fruits after storage for 2 months

表 1 柑橘采后贮藏 2 个月累计发病统计数据
Table 1 Postharvest disease of citrus fruits after storage for 2 months

种类 Types	产地 Producing area	开始调查时间 Start time	病果数 Diseased fruits	总果数 Total fruits
奉园 72-1 脐橙 Fengyuan 72-1	重庆奉节 Fengjie,Chongqing	2018/02/22	176	301
沃柑 Walter mandarin	广西南宁 Nanning,Guangxi	2018/02/22	59	203
春见 Spring	四川成都 Chengdu,Sichuan	2018/02/22	50	253
伦晚脐橙 Lane late	湖北秭归 Zigui,Hubei	2018/05/17	70	350
	湖北武汉 Wuhan,Hubei	2018/10/18	88	258
	广西桂林 Guilin,Guangxi	2018/11/09	30	225
温州蜜柑 Satsuma orange	浙江台州 Taizhou,Zhejiang	2018/11/09	22	259
	湖南怀化 Huaihua,Hunan	2018/11/10	161	320
	陕西城固 Chenggu,Shaanxi	2018/11/07	168	195
槿柑 Ponkan	湖南湘西 Xiangxi,Hunan	2018/11/29	73	190
	湖北当阳 Dangyang,Hubei	2018/11/28	3	141
芦柑 Ponkan	福建泉州 Quanzhou,Fujian	2018/11/30	11	92
南丰蜜桔 Nanfeng tangerine orange	江西南丰 Nanfeng,Jiangxi	2018/11/10	207	566
砂糖桔 Sugar orange	广东连山 Lianshan,Guangdong	2019/01/12	211	338
合计 Total			1 329	3 691

的柑橘种类中,主要的采后病害种类主要为青绿霉病、酸腐病、蒂腐病、炭疽病、黑腐病和曲霉病,尤其以青绿霉病为主。其次,不同种类的柑橘的主要病害类型不同。青绿霉病在温州蜜柑、砂糖桔、南丰蜜桔和槿柑等宽皮类柑橘中发生频率较高,危害重,而

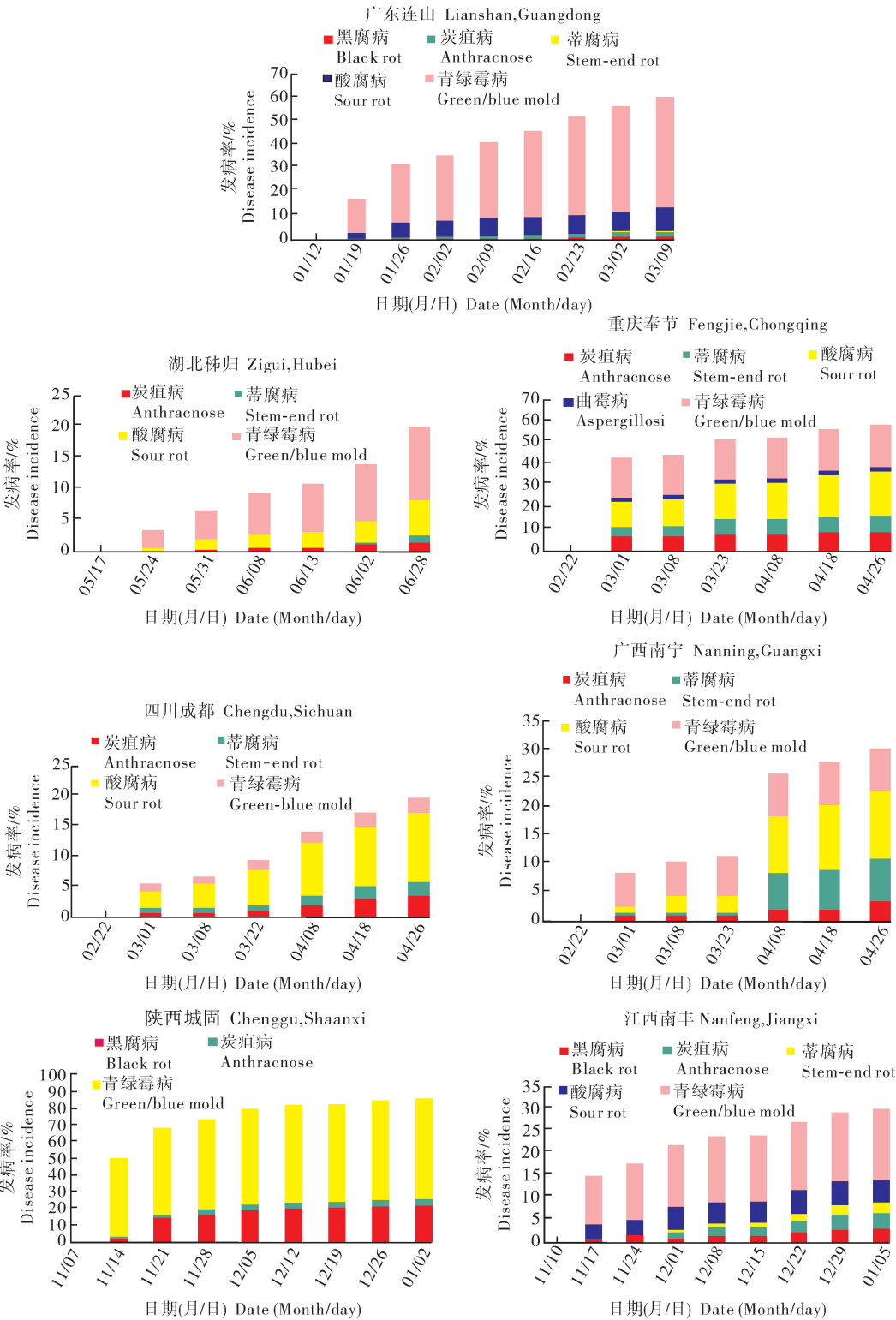
在脐橙和沃柑等种类中发生率较低,如陕西城固县的温州蜜柑采后腐烂达到 87%,其中 39%由青绿霉引起,来自广东的砂糖桔采后腐烂达到 60%,其中 44%由青绿霉引起。酸腐病在脐橙如奉园 72-1 和伦晚脐橙中发生率较高,分别达到 22% 和 12%。

再者,不同产地的柑橘病害种类不同,本研究中供试的温州蜜柑分别来自陕西城固、湖南怀化、广西桂林、浙江台州和湖北武汉,五地的柑橘果实采后病害的发生率和病害种类差别显著,陕西城固的采后腐烂率 87%,以青绿霉病和黑腐病为主,而浙江台州

总发病仅为 6%,以炭疽病频率较高。

2.2 柑橘采后病害的发生动态

对各种类柑橘果实的发病情况进行跟踪调查和种类鉴定,结果(图 2)显示:青绿霉病和酸腐病等伤口侵入为主的病害通常在贮藏早期发生,而炭疽病、



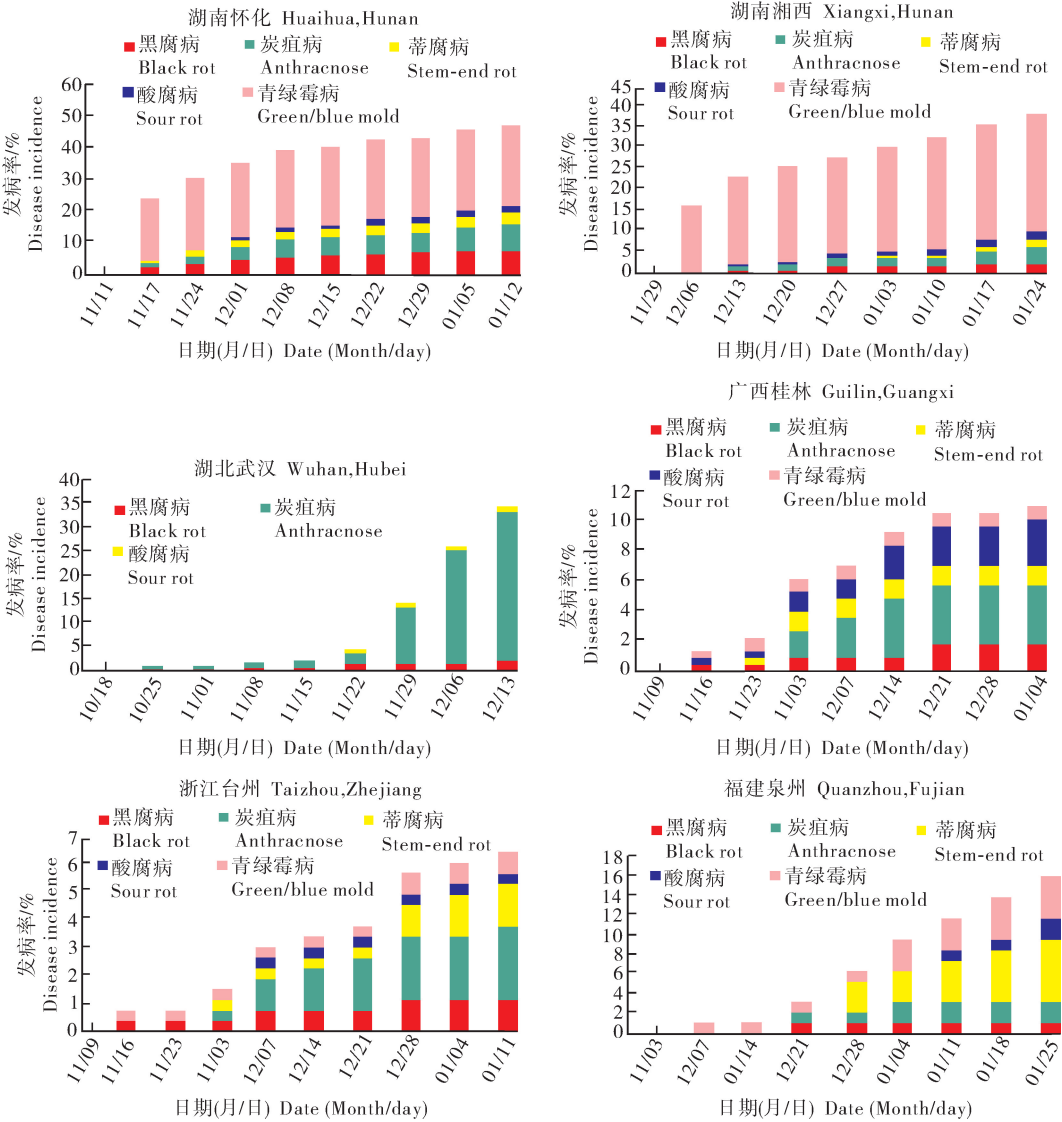


图 2 柑橘贮藏期间采后病害发生动态

Fig.2 Occurrence dynamics of citrus postharvest diseases during storage

蒂腐病和黑腐病等有潜伏侵染特性的病害则随着贮藏时间的延长而逐渐显症,如重庆奉节的奉园 72-1 和江西南丰蜜桔等。但是发生规律也有例外,如秭归伦晚脐橙和连山砂糖桔自贮藏初期开始至试验结束,青绿霉病持续发生,累计发病率分别由初期的 3%和 14%上升为 12%和 46%;成都春见、南宁沃柑和秭归伦晚脐橙自贮藏初期开始至试验结束,酸腐病持续发生,累计发病率分别自初期的 3%、1%、1.5% 上升为 11%、22%和 6%。该结果暗示青绿霉病菌和酸腐病菌等伤口侵入为主的病原菌似乎也存在一定的潜伏特性。

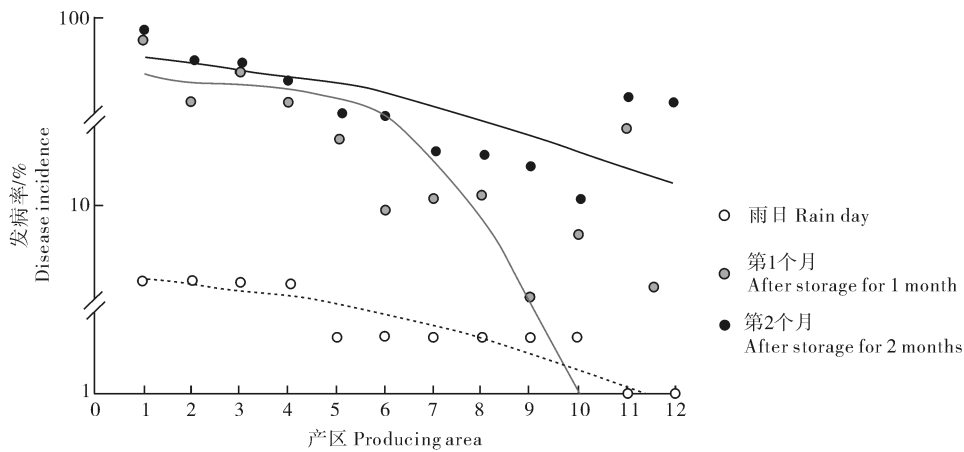
2.3 柑橘采后病害的发生与采前气候的关系

收集供试柑橘产地在柑橘收获前 1 月的雨日和

雨量等气候信息,与采后病害的发生率进行对比,结果见图 3。结果显示,贮藏 2 个月的病害发生率与采前 1 周的雨日呈线性相关,即下雨的天数越多果实腐烂发病越严重。贮藏 1 个月的病害发生与气象因子没有发现明显的相关性。

3 讨论

我国柑橘种类资源丰富,各主产区气候差异大,柑橘种类丰富,栽培管理习惯不同,因此柑橘采后病害的发生严重程度、病害种类和发生动态各异。我们对来自于我国 10 个省份 14 个产区 9 个不同种类的柑橘进行贮藏试验,发现宽皮类柑橘青绿霉病发生严重,脐橙类以酸腐病为主。贮藏前期主要为青



1-12: 柑橘分别来自于陕西城固、广东连山、重庆奉节、湖南怀化、江西南丰、广西南宁、湖北秭归、四川成都、福建泉州、广西桂林、湖南湘西和湖北武汉。1-12: The data came from Chenggu Shaanxi, Lianshan Guangdong, Fengjie Chongqing, Huaihua Hunan, Nanfeng Jiangxi, Nanning Guangxi, Zigui Hubei, Chengdu Sichuan, Quanzhou Fujian, Guilin Guangxi, Xiangxi Hunan, and Wuhan Hubei, respectively.

图 3 各产区柑橘采前 1 周降雨天数与采后病害的相关性

Fig.3 Correlation of raindays one week per-harvest with postharvest diseases during storage

绿霉病和酸腐病,后期炭疽病、蒂腐病和黑腐病逐渐发生。柑橘贮藏 2 个月采后病害的发生与采前一周雨日有显著的相关性。

采后病害通常与生产过程息息相关,尤其是采前侵染采后发病的病害,因此生产过程中栽培管理习惯和化学农药使用水平密切相关,而诸如青绿霉病和酸腐病等主要通过伤口侵染的病害受采收技术和包装运输方式等影响较大。本研究使用了湖北当阳生产的椪柑,该果园采用了果树矮化和地表覆膜等栽培技术,果园通风透光,果树生长健康,果园化学农药使用 2~3 次/年,因此椪柑采后病害发生率不足 1%;而陕西城固地区近年来链格孢菌引起的叶部病害发生普遍,2018 年温州蜜柑成熟期在采摘前后黑腐病发生严重,此现状与本研究中的温州蜜柑黑腐病 24% 的发生率相符;本研究使用的湖北武汉温州蜜柑采集自华中农业大学校园内的果园,采后直接贮藏,机械伤害少,因此没有发现青绿霉病发生;浙江台州产区自然条件优越,是柑橘的适栽区,并且该地区生产技术水平较高,在国内处于领先地位^[9],因此本研究中该产区果实的采后病害发生率极低。

青绿霉病和酸腐病通常以伤口侵染为主。本研究中我们也发现来自不同地区(湖北省、广东省、福建省、四川省和广西壮族自治区)的不同种类的柑橘(温州蜜柑、伦晚脐橙、沃柑、砂糖桔、椪柑和春见等)

在贮藏期间,随贮藏时间延长,2 种病害的发生率逐渐提高,暗示它们除伤口侵染之外,也存在其他侵染方式的可能性。因此,它们的侵染过程和病害循环值得进一步研究。

综上所述,采后病害与采前的栽培管理、收获技术、包装运输等密切相关,多环节结合有利于采后病害的治理。不同产区、不同种类柑橘采后病害种类和发生频率不同。采前进行科学规范栽培管理;采后根据每个产区和种类的主要病害特点进行科学的保鲜处理,做到采前防治和采后处理相结合,对柑橘采后病害进行科学防控,以达到减少柑橘采后经济损失,同时也可以实现减少用药的目的。

参 考 文 献

[1] SALUNKHE D K, BOLIN H R, REDDY N R. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables[M]. 2nd ed. Florida: CRC Press, 1991.

[2] 田世平, 范青. 控制果蔬采后病害的生物学技术[J]. 植物学报, 2000, 17(3): 211-217.

[3] 任伊森, 陈道茂, 陈卫民. 柑橘病虫害防治实用手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989: 65-78.

[4] 赖传雅. 农业植物病理学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 277-278.

[5] 李家庆, 张平, 张华云, 等. 果蔬保鲜手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 235-250.

[6] SAMBROOK J, FRISCH E F, MANIATIS T. Molecular clo-

ning; a laboratory manual [M]. 2nd ed. New York; Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989.

[7] WHITE T J, BRUNS T, LEE S, et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics [C]// INNIS M A, GELFAND D H, SNINSKY J J, et al. PCR potocols; a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press, 1990; 315-322.

[8] TAMURA K, PETERSON D, PETERSON N, et al. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods [J]. Molecular biology and evolution, 2011; 28 (10): 2731-2739.

[9] 柯甫志. 台州市柑橘产业化经营现状及发展对策研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2005.

**Incidence dynamics of postharvest diseases of citrus
in main producing areas of China**

CHEN Jianghua CUI Xuejing CHENG Jiasen LIN Yang XIE Jiatao FU Yanping

*Hubei Provincial Key Laboratory of Plant Pathology/College of Plant Science and Technology,
Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*

Abstract Postharvest diseases of citrus caused by pathogenic fungi make great losses to citrus industry. Dynamics of postharvest diseases of nine different kinds of citrus fruit from 14 areas during storage were investigated and the pathogens were identified. The results showed that green/blue mold, sour rot, stem-end rot, anthracnose and black rot were observed. The green/blue mold was the main disease. Green/blue mold is dominant on mandarins and sour rot is common on sweet oranges. The incidence of postharvest disease after 60 days' storage is closely correlated with the rainy day during the one week before harvest. Therefore, harvesting on sunny days is beneficial to reduce the incidence of postharvest diseases. It is indicated that more targeted post-harvest treatments can be taken according to different types of citrus varieties based on their main disease types.

Keywords *Citrus*; postharvest diseases; green/blue mold; sour rot; stem-end rot; anthracnose; black rot; storage; incidence dynamics

(责任编辑: 边书京)