

重庆地区引种树莓及果实常见病虫害 及其防治研究进展

刘亚敏^{1*}, 邓远苇¹, 夏 钦², 傅茂润³, 侯明果⁴, 蒲廷松⁵

- (1. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716; 2. 重庆市北碚应急管理局, 重庆 400716;
3. 齐鲁工业大学(山东省科学院)食品科学与工程学院, 济南 250353;
4. 重庆市永川国有林场, 重庆 400216; 5. 重庆市荣昌林业局, 重庆 400260)

摘 要: 树莓作为营养丰富具有多种保健功能和加工前景的水果, 具有很高的经济价值, 但在生长过程及采后环节容易遭受病虫害的侵染, 特别是在重庆的高温高湿环境中。为提高重庆地区引种树莓的产量和品质, 本文首先分析了栽培环节树莓植株和果实的常见病虫害, 发现主要侵染病害是根腐病、茎腐病、果腐病、茎枯病、白粉病、树莓黏菌病, 主要虫害包括柳蝙蝠蛾、树莓穿孔蛾、树莓蛀甲虫、叶螨、金龟子、果蝇等; 根据病虫害及其发生规律, 总结了一套病虫害防治措施。其次, 分析了树莓果实采后常见的致病菌及其新发现的致病菌, 主要侵染菌为灰葡萄孢, 桃吉尔霉在采后贮藏期间的树莓果实上尚是首次报道, 提出了采前和采后综合处理控制采后果实病害的技术手段

关键词: 树莓; 果实; 病虫害; 防治技术

Research progress on common diseases and pests of brambles and fruits introduced in chongqing and their control

LIU Ya-Min^{1*}, DENG Yuan-Wei¹, XIA Qin², FU Mao-Run³, HOU Ming-Guo⁴, PU Ting-Song⁵

(1. College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China; 2. Chongqing Beibei Emergency Management Bureau, Chongqing 400716, China; 3. School of Food Science & Engineering, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Jinan 250353, China; 4. Beibei Forestry Administration of Chongqing, Chongqing 400216, China; 5. Rongchang Forestry Bureau, Chongqing, 400260, China)

ABSTRACT: As a fruit with rich nutrition, various health care functions and processing prospects, raspberry has high economic value, but it is prone to be infected by diseases and pests during the growth process and after harvest, especially in the high temperature and humidity environment in Chongqing. In order to improve the yield and quality of raspberries, this paper analyzed the common pests and diseases in raspberry plant and postharvest fruit, the main disease included *Phytophthora fragariae*, *Didymella applanata*, *Fusarium proliferatum* Nirenberg, *Elsinoe veneta*, *Sphaerulina rub*, *Didymella applanata*, and *Fuligo cinerea* Morgan, and the common pests including *Hepialidae*, *Raspberry moth*, *Raspberry boring beetle*, *Tetranychid*, *Scarabs*, *Drosophila suzukii*. According to the kinds of pests

基金项目: 重庆市社会民生科技创新专项(cstc2016shmszx80024、cstc2017shms-kjfp120004)、济南市中小企业创新基金项目(2016027)

Fund: Supported by Chongqing Social and People's Livelihood Science & Technology Innovation Project (cstc2016shmszx80024, cstc2017shms-kjfp120004), and Jinan Small and Medium-sized Enterprises Innovation Fund Project (2016027)

*通讯作者: 刘亚敏, 副教授, 主要研究方向为经济林栽培及采后保鲜与加工。E-mail: yaminliu0511@163.com

*Corresponding author: LIU Ya-Min, Associate Professor, School of resources and environment, southwest university, No.2, Tiansheng Road, Beibei, Chongqing 400715, China. E-mail: yaminliu0511@163.com

and diseases, this review summarized a set of control measures to provide a guarantee of high yield and quality, and analyzed the common and new findings of pathogens in postharvest raspberry fruit. The main pathogen was *Botrytis cinerea* Pers. and *Gilbertella persicaria* was first reported in raspberry fruit. At last, this article provided preharvest and postharvest technologies for controlling fruit disease occurrence, in order to provide instructions for obtaining high quality and quantity of raspberry fruit.

KEY WORDS: raspberry; fruit; pest and diseases; prevention and control technology

1 引言

树莓为蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus*)树莓亚属(*Ideobatus*)多年生浆果类灌木,是发展中的第三代水果之一^[1,2]。果实酸甜美味,果色有红、黄、黑、紫多种,其风味独特,有多功能的营养价值,除鲜食外还可榨汁、酿酒,加工为多种食品。树莓适应性广、结果早且口感好、产量高、易繁殖,是新兴的经济树种^[3],我国南北各地均有种植,特别是在东北和山东种植规模较大。重庆多低山丘陵,集中耕种土地较少,非常适宜于经济效益和生态效益均佳的树莓种植,近年来在本课题组及其他研究者的推动下,重庆市的种植面积逐渐扩大,对于种植户脱贫致富效果显著。目前对树莓的研究多集中在栽培管理技术^[4,5]、果实成分分析及果品保鲜及开发利用^[6-8]方面,对树莓栽培和采后病虫害认识和管理研究较少。重庆冬季温暖夏季高温高湿、雨水充沛,非常适合有害菌的滋生和有害昆虫的繁殖。为提高树莓产量和质量,除抓好树莓园的土肥水管理及树体管理外,病虫害防治是提高树莓品质的关键环节。另外,树莓果实采收期集中且多在高温期,浆果完全成熟后,果实硬度下降,组织结构脆弱,且呼吸速率比其他种类水果要高^[9],因此极易在贮运过程中发生腐烂^[10],致使树莓鲜果上市期短,不耐长途运输,严重制约了树莓的市场供应及推广。本文针对重庆山区树莓生产中遇到的问题,概述了树莓病虫害防治措施,以及采后防病抑菌的技术手段,以期保障树莓的良好生长,获得高品质的树莓果实,并推进树莓的物流和保鲜。

2 树莓植株主要病害及防治

重庆高温高湿环境有利于病菌的繁殖,且冬季温度较高有利于害虫越冬,是病虫害高发的区域。对重庆引种树莓生长影响较大的侵染病害是根腐病、茎腐病、果腐病、茎枯病、白粉病、树莓黏菌病等,主要虫害包括柳蝙蝠蛾、树莓穿孔蛾、树莓蛀甲虫、叶螨、金龟子、果蝇等。防治措施主要包括化学防治、物理人工防治和生物防治等方法,通过杀菌剂、杀虫剂以及土壤消毒、清理病害枝条等综合措施的应用,防治病虫害的发生和蔓延^[11]。

2.1 根腐病

发病症状:根腐病多发生在容易积水的地段,重庆有

大量土壤成土母质为第四系红色粘土,该土粘重板结,结构差,通透性不良,持水抗旱力差,易旱易涝,且重庆春夏之交及秋冬季节均为多雨期,从而导致土壤中滋生多种病菌,而引起的传染病。这是导致树莓减产的主要病害。感染根腐病的新生枝呈现萎缩、发黄、干枯以及结果枝提前死亡,植株根系呈现出砖红色^[11],而健康根系应为乳白色。

防治措施:园地选择时宜选择地势较高、排水通畅的沙质土进行种植或定植时穴内改土,并于种植前进行土壤处理:采每亩冲施“康地雷得”1 kg,采用以菌抑菌的方式,预防根腐病发生。

2.2 茎腐病

发病症状:此病多始发于新梢,危害树莓基生枝。症状主要是在新梢的向阳面产生一条长约1.5~2.5 cm,宽0.6~1.2 cm的暗灰色烫伤状的病斑^[12],病斑会向周围健康的部分扩展,逐渐发褐,其表面出现的黑点形状大小不均一,枝条的木质部变褐进而坏死。随着染病面积扩大,整体叶片和叶柄逐渐干枯,导致植株死亡,为半寄生菌感染所致,重庆夏季高温高湿发病率最高,经鉴定为茎腐病菌(*Didymella applanata*)。

防治措施:秋季修剪掉病变枝条,并将感病枝条集中销毁;于5~7月,茎发病前或发病初期喷洒50%甲基托布津800倍液或50%福美双可湿性粉剂500倍液,每7~10 d 1次,连喷3~4次,或果实采收后喷药^[13]。根据当地土壤情况补充氮磷钾肥,提高植株抗性,以及在下雨后及时开沟排积水。另外,选择品种时选择更适宜于重庆种植的黑树莓,其抗病性较红树莓更佳。Shternshis等^[14]采用2种微生物来源的几丁质酶(分别来自于*Streptomyces* sp.和*Serratia marcescens*)防治该菌,发现可有效菌丝的生长,减少病斑直径。

2.3 果腐病

发病症状:重庆高温高湿容易滋生真菌(*Fusarium proliferatum* (matsushima) Nirenberg),果实成熟期感染病菌后果肉中长满菌丝不能食用。重庆果腐病发病率较高,严重影响树莓产量。

防治措施:在树莓花期和幼果期喷洒64%杀毒矾可湿性粉剂400~500倍液或75%百菌清可湿性粉剂600倍液,

每隔 10 d 左右 1 次, 采收前 3 d 停止用药。采果后尽快修剪枯枝, 避免一年生枝条过度生长, 同时栽植园区需防止过涝过湿。

2.4 叶斑病和茎斑病

发病症状: 叶斑病(*Bipolaris sorokiniana*)和茎斑病(*Septogloeum* sp.)是由细菌侵入^[15]病危害树莓的叶子和枝条, 出现白心褐边的斑点, 叶斑大小 0.3 cm, 色为浅到深的褐色, 最后形成白心褐边的点, 春天枝条上会呈现不规则的椭圆形的斑点, 严重时溃瘍直至枯萎, 影响树莓的正常生长。

防治措施: 8 月及时去除结果枝、修剪一年生枝条, 春秋两季喷施甲基托布津或福双美 500 倍液、40%乙磷铝 500 倍液; 及时剪去结果枝^[15], 注意树体整形。

2.5 炭疽病

发病症状: 炭疽病(*Elsinoe veneta*)为典型的高温高湿型病菌^[16], 重庆夏季温度高湿度大, 树莓炭疽病易高发, 其症状是于新生枝上出现白心紫斑, 枝条呈环形带变脆。受感染的叶片上出现楔形的损伤^[17], 枝条新芽有紫斑或褐斑, 低于地面上 45 cm 的短枝坏死。

防治措施: 保证田间清洁, 冬季清园, 将感病枝叶集中焚毁深埋。在新芽萌生时喷施 75% 甲基托布津可湿性粉剂 1000 倍液, 75% 百菌清可湿性粉剂 600 倍液, 或 25% 炭特灵可湿性粉剂 500 倍液, 每隔 7~10 d 1 次, 连续 3~4 次, 防治效果较好。

2.6 白粉病

发病症状: 白粉病属于真菌性病害(*Sphaerulina rub*), 繁殖率极高, 感病叶背面有白色粉状物, 幼嫩叶片向上反卷或产生坏疽; 部分感病叶会出现斑点, 其状如水渍, 新生枝头形状细长如同鼠尾, 果实表面分布有白色粉状物, 影响果实品质。

防治措施: 果实采收后立即用药防治。采用 2% 农抗 120 和 2% 武夷菌素水剂 200 倍液, 50% 翠贝干悬浮剂 3000 倍液、或 40% 福星 9000 倍液、或 15% 三唑酮(粉锈宁)可湿性粉剂 1500 倍液。隔 6~7 d 喷 1 次。轮换使用不同药剂, 避免产生抗药性^[17]。

2.7 茎枯病

发病症状: 病菌(*Didymella applanata*)首先感染嫩枝, 大多在叶片或芽下在靠近地面的部分形成紫色到棕色斑, 叶子变成褐色, 首先从叶尖开始, 感病叶片会脱落只剩叶柄, 然后朝叶柄发展, 或表现为叶脉间呈“楔状”死亡区。

防治措施: 发病初期, 采用 2.1% 丁香芹酚水剂 1000 倍液、65% 万霉灵超微可湿粉剂 1000 倍液喷雾防治^[17]。

2.8 树莓黏菌病

发病症状: 2008 年辽宁省沈阳市树莓产区发现 1 种

树莓新病害-黏菌病(mycetozoa disease), 引起树莓种植户的恐慌^[18]。经鉴定, 树莓黏菌病病原为白煤绒菌[*Fuligo cinerea* (Schw.) Morgan], 隶属黏菌纲、绒泡菌目、绒泡菌科、煤绒菌属。黏菌常附着活的植物体上而有碍观瞻, 在有损美观的同时也会对植物造成危害, 高温、高湿有利于黏菌的发生, 常导致幼苗萎蔫, 含糖量高的树莓品种上容易发生。

臧超群等^[19]对该病害的病原菌原质团生物学特性进行了研究, 发现黏菌原质团在多种培养基上均可生长, 其中树莓叶粉培养基上生长最佳, 菌落直径可达 8.45 cm; 最适碳源为乳糖和淀粉, 最适氮源为精氨酸, 最适 pH 为 6, 最适生长温度为 30 °C, 最适培养条件为 24 h 连续黑暗。

防治措施: (1) 加强田园管理。根据黏菌的发生规律, 建议施用充分腐熟的有机肥, 加强田园管理; (2) 清除病残物。及时剪枝、除草, 彻底清除田间地表病残体和落果; (3) 降低生境湿度。雨后及时排水, 防止田间地表产生积水, 降低田间湿度; (4) 药剂防治。树莓黏菌病严重发生时可选用 70% 甲基硫菌灵 WP 600 倍液或 50% 多菌灵 WP600 倍液、1:1:200 倍式波尔多液、2% 石灰水喷施树茎和田间地表 1~2 次, 即能控制黏菌发生与蔓延。

3 主要虫害及防治

3.1 柳蝙蝠蛾

柳蝙蝠蛾(*Hepialidae*)的幼虫大多从 7 月上旬开始进入新的枝条, 通常从距地面 40~60 cm 的蛀入口往下蛀食, 为害外韧皮部被蛀食的部分呈下凹的环形, 咬碎的木屑与粪便被丝粘结兜住形成木屑包, 不易掉落易于识别, 受虫害的枝条容易折断继而干枯死亡。

防治措施: 定期修剪、销毁受害枝条。7 月上旬以 2.5% 溴氰菊酯 2000~3000 倍液、50% 久效磷乳油 1000 倍液喷施地面。

3.2 树莓穿孔蛾

树莓穿孔蛾[*Raspberry moth* (*incurvaria rubiella*)]幼虫通过结极小的茧在树莓基生枝的皮层下的方式越冬, 而后于次年春季树莓展叶期转移到新生枝条, 为害新生嫩芽, 使新芽短期内即死亡, 其成虫在花羽化并产卵于花内, 幼虫初始会吸食树莓果, 最后转移到根基部越冬。

防治措施: 9~10 月注意及时剪除被蛀食的枝条并将其归集在一起烧除; 春季展叶期^[16]根据面积用 80% 浓度的敌敌畏稀释 100 倍或配制 2.5% 溴氰菊酯 2000~3000 倍液喷雾杀除树莓穿孔蛾幼虫。

3.3 树莓蛀甲虫

树莓蛀甲虫(*Beetleborers*)的成虫从春季开始活动, 咬食伤害幼嫩叶片, 并咬入花蕾, 以雄蕊和蜜腺为食, 致花蕾凋落或果形畸变。幼虫孵化后取食果实。

防治措施: 在春季成虫转移到地面时施药, 施用绿潜或杀敌灵^[20], 或将对硫磷微胶囊剂按比例稀释、2.5%敌百虫粉剂拌入 25 kg 细沙然后撒在地里。

3.4 叶 螨

叶螨(*Tetranychid*)主要为害叶片。叶面最初有失绿的小斑点, 随后数量增多成失绿的区域。叶片附螨蜕及丝网。受害严重的叶片枯萎发红, 如同被火烧之后的状态, 叶片早落。

防治措施: 3月中旬~4月底使用 50%硫悬浮剂 200 倍液或 0.5 倍石硫合剂喷雾喷洒叶面, 6月初至 10月上旬喷施 20%的螨死尽胶悬剂 2000 倍或 15%的扫螨净乳油 2000 倍液亦可防治叶螨。

3.5 金龟子

金龟子(*Scarabs*)主要为害叶和芽。金龟子一般一年发生一代, 成虫咬食树莓的嫩叶及花蕾, 受害严重的叶片只剩网状叶脉, 花朵被尽数吃光。蛴螬(金龟子幼虫)^[11]咬食主茎基部芽和韧皮部。

防治措施: 在 5~6 月成虫大规模发生期用 50%的辛硫磷乳剂或 90%的敌百虫晶体^[3]按比例稀释后进行喷洒。花期不可喷施农药。

3.6 果 蝇

果蝇(*Drosophila suzukii*)对树莓果实为害较严重, 全年均有成虫出现, 在 6~9 月为高发期。幼虫藏身于浆果并蛀食, 使果实腐烂或未成熟就黄化落果。果蝇在空气湿度越大的地区繁殖越快, 对晚熟的树莓品种为害更重, 严重影响产量和品质, 甚至导致浆果完全无法食用。

防治措施: 时常清除落果、虫果, 集中焚烧或挖深坑填埋虫果。诱杀成虫可采用: (1) 红糖毒饵: 将适量香蕉加入 90%敌百虫 1000 倍液中即可制成毒饵, 放在树莓园中。5 d 换 1 次, 连续 3~4 次; (2) 甲基丁香酚引诱剂^[14]: 将浸泡过加 3%马拉硫磷或二溴磷的诱虫醚溶液的蔗渣纤维板小方块挂在树莓枝条上, 每公顷 1 片, 6~9 月每月悬挂 2 次; (3) 或直接每隔一定距离悬挂粘蝇板在树莓枝条上, 定期更换粘蝇纸。

4 树莓果实主要病害及防治

已报道树莓果实采后常见的致病菌主要有灰葡萄孢(*Botrytis cinerea* Pers.)、蔷薇色尾孢霉(*Cercosporarosicola* Pass.)、胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)、壳针孢属真菌(*Septoria* sp.)、少隔多胞锈菌(*Phragmidium pauciloculare*)、茄丝核菌(*Rhizoctonia solani*)等^[20], 其中灰霉是主要致病菌。

4.1 灰霉病

发病症状: 此病主要危害树莓的叶、花、果柄和果实。叶片发病时产生水渍状褐色病斑, 边缘不规则。潮湿时叶

背出现灰色霉层, 为病原菌的分生孢子梗与分生孢子。花和果柄发病变暗褐色, 后扩展蔓延病部枯死, 由花萼延及子房和幼果, 造成全果软腐。湿度大时表面密生灰色霉状物, 干燥时导致果实皱缩。由灰霉病造成的树莓减产和品质下降问题越来越突出, 已成为生产上的限制因子, 使得果实丧失了商品价值从而造成了减产甚至绝产, 给广大果农造成了严重的经济损失。2009 年傅俊范等^[22]鉴定该病原菌为灰葡萄孢(*Botrytis cinerea* Pers.), 属半知菌亚门、丝胞纲、丝胞目、淡色孢科、葡萄孢属真菌。树莓是该菌的新记录寄主^[22], 而且斑翅果蝇还会促进灰霉的侵染^[24]。

防治技术: 灰霉病为低温高湿时常发病害, 其防治措施为: (1) 生物药剂防治, 发病前或初期使用 50%异菌脲 1000~1500 倍液稀释, 5 d 用药 1 次, 连续用药 2 次, 即能有效控制病情, 发病严重时用 40%腐霉利可湿性粉剂 15~20 g 或乙霉多菌灵 20 g, 兑水 15 kg, 3~5 g 用药 1 次。(2) 物理防治, 摘除病果及严重病叶、病枝以减少病菌的繁殖。(3) 农业综合措施的应用, 树莓植株修剪以增加通风透光, 果实采后快速预冷, 在 4~5 °C 可贮藏 9 d, 基本满足运输和消费的最大时间要求, 而且避免了化学杀菌剂的使用^[25]。

4.2 新的致病菌桃吉尔霉

王友升等^[26]从采后贮藏期间自然发病的“泼鲁德”树莓果实中分离到 1 株真菌菌株, 通过形态学观察以及 rDNA ITS 序列分析确定为桃吉尔霉(*Gilbertella persicaria*)。桃吉尔霉可以侵染李、桃^[27]、番茄、梨和苹果等, 然而在采后贮藏期间的树莓果实上尚是首次报道。

4.3 采前防病抑菌措施

适宜的采前处理可有效改善树莓果实的采后贮藏品质。研究表明, 采前使用 50 mmol/L 氯化钙和丙酸钙喷施 2~3 次, 可显著提高树莓果实花青素、总酚、总黄酮含量, 提高果实品质及抗病性, 同时显著降低果实总抗氧化能力及自由基清除能力, 通过诱导氧化胁迫来提高果实的贮藏效果^[28]。张帆等^[29]研究发现, 采前使用 1 mmol/L 水杨酸处理, 可诱导树莓在贮藏期间次生代谢物质的生成, 增强抗病性和内源 1, 1-二苯基-2-三硝基苯肼(1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)自由基的清除能力, 提高树莓的采后贮藏效果。

4.4 采后防病抑菌措施

树莓的采后保鲜是维持树莓果实贮藏品质, 延长其货架期的关键技术。目前, 树莓采后保鲜技术主要包括速冻与冷藏贮藏、低温与冰温贮藏、气调贮藏、臭氧保鲜、化学保鲜、UV-C 辐射保鲜及复合涂膜保鲜等。

4.4.1 速冻与冻藏贮藏

速冻可在果蔬采后贮藏过程中最大限度地保存其原有商品价值, 延长货架期, 抑制致病真菌的侵染和扩散。经速冻处理后的树莓, 其贮藏期可达 18 个月, 为树莓的长

途运输及加工处理提供了充足时间^[30]。研究表明树莓在冻藏初期, 其营养成分与酶活性与新鲜树莓相似。在冻藏 1 年后, 其总酚含量没有显著变化, 仅鞣花酸及 VC 含量降低, 酶活性则呈现先升高后降低的变化趋势^[31,32]。Ancos 等^[33]通过研究发现, 冷冻及冻藏对树莓挥发性物质的影响较小, 且更有利于花青素的提取。

4.4.2 低温与冰温贮藏

在不干扰及破坏果蔬正常新陈代谢的前提下, 低温贮藏可有效控制致病菌的致病能力, 延缓果蔬成熟、衰老的进程。树莓作为高呼吸强度果蔬, 其呼吸强度在采后后熟及贮藏期仍保持较高水平, 且与贮藏温度呈正相关^[34]。因此, 低温贮藏可有效降低树莓的呼吸强度, 延长其贮藏期。对于新鲜树莓, 低温贮藏可使其货架期延长 4~5 d^[35,36]。而与其他保鲜技术联用, 则可使其贮藏期更长。

冰温贮藏是将果蔬贮藏的冰温带范围内, 减缓果实呼吸, 保持其细胞活性、增强病害免疫能力的一种方式。与冷藏相比, 冰温贮藏可有效降低树莓的呼吸代谢速率, 延缓果实衰老, 延长其保鲜时间, 并可显著抑制可滴定酸及可溶性固形物含量的下降, 保证树莓的贮藏品质^[37]。

4.4.3 气调贮藏

在低温条件下对树莓进行气调保鲜, 可有效延长其货架期。目前, 针对树莓果实气调保鲜条件的研究较多, 但因所用树莓品种、贮藏温度等存在差异, 导致最终确定的最优气调条件各不相同。高铭等^[38]利用塑料气调保鲜箱, 研究了低温及 CT 保鲜片存在下, 不同体积分数 CO₂ 对树莓鲜果贮藏保鲜效果的影响, 结果表明, 经 5% CO₂ 处理可有效维持树莓的感官品质, 贮藏 40 天后, 仅香味变淡。张晓宇等^[39]的研究显示, 当 CO₂ ≤ 10%, O₂ ≥ 5% 时, 树莓低温贮藏 20 d 后仍可保持良好的品质。李敏^[30]采用箱式气调箱, 以腐烂指数为研究指标对气调条件进行筛选, 结果表明, 在 4 °C, 相对湿度为 81.62%, 气体体积配比为 6.5% O₂+23.36% CO₂ 的条件下, 树莓贮藏 9 d 时腐烂指数最低。朱雪静^[40]的研究表明, 在温度为(1±0.5) °C, 气体体积配比为 5% O₂+20% CO₂, 相对湿度 90% 的条件下树莓贮藏效果最佳。Forney 等^[41]在 1 °C, 7.5 kPa O₂+12.5 kPa CO₂, 相对湿度 95% 的条件下对树莓进行贮藏实验, 结果显示气调可显著抑制果实的腐烂, 使其贮藏期达到 45 d 以上。Haffner 等^[9]的实验结果也表明, 使用气体体积配比为 10% O₂+15% CO₂ 和 10% O₂+31% CO₂ 可明显抑制树莓的腐烂。

此外, 气调包装所使用的材料也会对果实的成熟、衰老进程产生不同影响。采用中、高阻隔率的包装材料可延缓树莓的过熟及腐烂, 从而延长其采后寿命^[42]。白丽娟等^[43]的研究结果表明, 0.04 mm PE 保鲜膜对树莓冰温、气调贮藏最有利。张晓宇等^[44]发现, 在自发气调条件下, 0.03 mm PVC 保鲜膜是树莓贮藏的最佳包装。

4.4.4 臭氧保鲜

臭氧能够抑制树莓表面微生物的生长, 延缓其成熟、衰老进程。张琦等^[45]研究了室温条件下臭氧处理对树莓果实采后生理的影响, 结果表明臭氧可以明显延缓果实可溶性固形物、可滴定酸、总糖、VC、单宁含量的下降, 从而有效地延缓果实的成熟、衰老。张娜等^[46]比较了不同浓度臭氧熏蒸处理对树莓采后贮藏品质的影响。结果表明, 不同浓度臭氧熏蒸处理均可以显著抑制树莓微生物繁殖, 且 0.54 mg/L 熏蒸处理对树莓的保鲜效果较佳。Barth 等^[47]的研究也表明, 0.1~0.3 mg/kg 臭氧可抑制霉菌生长, 同时提高黑莓的抗氧化能力, 延缓其衰老进程。

4.4.5 化学保鲜

使用不同化学试剂对树莓进行采后处理, 可提高果实采后品质, 同时部分化学试剂还可抑制或减少微生物的生长, 增强树莓的抗病性。谷鑫鑫等^[48]使用山梨酸钾对树莓果实进行采后保鲜, 结果表明 0.5 mL/kg 山梨酸钾可提高树莓采后贮藏期内的感官品质, 减少烂果率, 延长其保鲜期。马大文的研究表明, 使用 10 μmol/L 的茉莉酸甲酯熏蒸, 可有效维持树莓在低温贮藏期内的硬度, 减缓可溶性固形物、可滴定酸和抗坏血酸含量的下降, 提高总酚含量, 增强树莓的采后贮藏品质^[49]。张志敏^[50]发现, 精油处理能明显抑制采后树莓果实的失重率, 提高其抗氧化能力及抗性酶活力, 同时增强其抗病性, 延长了树莓的保鲜期。脱水醋酸作为一种广谱食品防腐剂, 应用于树莓同样可延长其贮藏期^[51]。

4.4.6 UV-C 辐射保鲜

研究表明, UV-C 处理可延缓树莓果实采收后品质的变化速度, 提高树莓果实抗氧化能力, 增强其抗病性及各种抗性酶活。在适宜的 UV-C 剂量范围内, UV-C 剂量越大, 对树莓果实品质、抗氧化性、抗病性影响效果越显著, 酶活性增加幅度越大, 4.3 kJ/m² 剂量的 UV-C 处理对采后树莓果实品质的保鲜效果最好^[50]。

4.4.7 复合涂膜保鲜

复合涂膜处理是果蔬保鲜的一种有效手段, 安全、环保的被膜剂可在果蔬表面形成薄膜, 降低果蔬呼吸作用, 抑制微生物生长, 达到果蔬保鲜的目的。李敏等发现, 以 1% 壳聚糖与 0.03% 纳他霉素对树莓进行复合涂膜处理, 可降低其腐烂指数, 显著改善树莓果实的采后品质并延长贮藏期^[30]。Guerreiro 等^[52]使用 1% 果胶+0.15% 柠檬醛+0.1% 丁香酚的复合涂膜对树莓进行采后处理, 结果表明在 0.5 °C 条件下, 复合涂膜处理可显著减少食品腐败微生物的生长, 使树莓果实货架期延长至 14 d。兰蓉等的研究结果显示, 0.1% 葡萄糖氧化酶+0.1% 葡萄糖+0.1% 壳聚糖复合涂膜在 4 °C 贮藏条件下, 可抑制树莓果实褐变, 保持硬度和可滴定酸含量, 综合保鲜效果最佳^[53]。

4.5 全产业链树莓防病保鲜措施

随着果蔬流通产业链的发展,生鲜果蔬的流通趋向于从采收到消费者餐桌的全产业链方向发展。因此,探讨全产业链保鲜对树莓品质的影响将有助于为树莓的商业化流通提供技术参考。Krüger 等^[54]研究了树莓在新鲜采摘、采后室温放置 1 d、采后 2~4 °C 放置 3 d+室温放置 1 d(模拟从采摘到消费者餐桌的温度变化)贮藏条件下,树莓品质的变化趋势,结果表明低温贮存可保证树莓果实中花青素含量及其抗氧化能力不发生改变,这与 Mullen 等^[55]的研究结果相一致,他通过模拟树莓从采收到消费者手中的过程,发现不论是新鲜采摘、全产业链保鲜还是冷冻,树莓的花青素及抗氧化性水平都无明显差异。井慧敏等^[56]比较了不同采后保鲜手段结合冷链物流对树莓品质的影响,实验结果说明,低温预冷结合冷链运输其保鲜效果最好。

5 结 论

作为引种水果,树莓在重庆地区面临新的生长环境,特别是与东北地区相比,重庆地区的高温高湿环境截然不同,对其病虫害的清楚认知对于合理、有效的采取针对性的防控措施非常必要。另外,树莓贮藏保鲜技术正向着安全、高效、便捷的方向发展。目前,单一的保鲜技术已不足以满足现代树莓产业的发展,全产业链保鲜将成为新的研究热点。因此,探索树莓从栽培、采收到销售过程中防病防虫和保鲜贮藏技术的最佳组合是未来树莓产业发展的方向。故本文对树莓常见病虫害及果实致病菌进行了分析,以期为指导生产和后续加工提供理论和技术指导。

参考文献

- [1] 杨磊,孙桂菊. 浆果及浆果汁功效成分研究进展[J]. 食品研究与开发, 2008, 5: 183-185.
Yang L, Sun GJ. Research progress of berry and berry juice [J]. Food Res Dev, 2008, 5: 183-185.
- [2] 刘坤,蒋明杉,于智清,等. 树莓、越桔、欧李等小浆果的发展前景[J]. 北方果树, 2004, 3: 30-32.
Liu K, Jiang MS, Yu ZQ, et al. The development prospect of small berries such as bramble, bilberry and plum [J]. Northern Fruit, 2004, 3: 30-32.
- [3] 和秀云,和加卫,徐忠志,等. 树莓的引种试验初报[J]. 西南农业学报, 2006, 19(4): 696-700.
He XY, He JW, Xu ZZ, et al. Introduction experimentation of raspberry [J]. Southwest China J Agric Sci, 2006, 19(4): 696-700.
- [4] 张利利. 秋果型红树莓延后栽培条件及修剪方式研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2015.
Zhang LL. Study on cultivation condition and pruning method for retarding clouture of primocane-fruited red raspberry [D]. Nanjing: Nanjing Agriculture University, 2015.
- [5] 代志国,高庆玉,代永霞,等. 红树莓优质丰产栽培技术[J]. 北方园艺, 2009, 2: 160-162.
Dai ZG, Gao QY, Dai YX, et al. Cultivation technology with high quality of raspberry fruits [J]. Northern Hort, 2009, 2: 160-162.
- [6] 郭军战,彭少兵,陈铁山. 树莓和黑莓引种品种果实营养成分分析[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(1): 108-109.
Guo JZ, Peng SB, Chen TS. Nutrition analysis of the introduced varieties of raspberry and blackberry in the fresh fruit [J]. J Northwest Forest Univ, 2004, 19(1): 108-109.
- [7] 马寿鹏,冯建森,茹菊霞,等. 河西走廊荒漠化地区树莓栽培关键技术[J]. 中国园艺文摘, 2017, 3: 179-180.
Ma SP, Feng JS, Ru JX, et al. Key cultivation technology of raspberry in desertification area of Hexi corrid [J]. Chin Horticult Abstracts, 2017, 3: 179-180.
- [8] 王迎,齐国辉,张雪梅,等. 不同结果期红树莓果实中主要功能性成分含量变化[J]. 食品工业科技, 2017, 23: 40-43.
Wang Y, Qi GH, Zhang XM, et al. Study on the changes of main functional components in red raspberry fruit at different ripening periods [J]. Sci Technol Food Ind, 2017, 23: 40-43.
- [9] Haffner K, Rosenfeld HJ, Skrede G, et al. Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres [J]. Postharvest Biol Technol, 2002, 24(3): 279-289.
- [10] Khanizadeh S, Rekika D, Ehsani-Moghaddam B, et al. Horticultural characteristics and chemical composition of advanced raspberry lines from Quebec and Ontario [J]. LWT-Food Sci Technol, 2009, 42(4): 893-898.
- [11] 许奕华,张玉平,陈梅香. 树莓常见病虫害及其防治[J]. 内蒙古农业科技, 2006, 3: 70-72.
Xu YH, Zhang YP, Chen MX, et al. Control of common disease and pest in raspberry tree [J]. Inner Mongolia Agric Sci Technol, 2006, 3: 70-72.
- [12] 黄志麟. 树莓病虫害防治法[J]. 果农之友, 2002, 6: 39.
Huang ZL. Control methods on disease and pest in raspberry tree [J]. Fruit Farmer Friends, 2002, 6: 39.
- [13] 张娜娟. 树莓病虫害防治年历[J]. 果业经济, 2009, 11: 31-32.
Zhang NJ. Calendar of controlling disease and pest in raspberry tree [J]. Fruit Ind Econ, 2009, 11: 31-32.
- [14] Shternshis MV, Beljaev AA, Shpatova TV, et al. The effect of chitinase on *Didymella applanata*, the causal agent of raspberry cane spur blight [J]. Bio Control, 2006, 51: 311-322.
- [15] 杨艳林,和加卫,唐开学,等. 云南树莓病虫害调查初报[J]. 植物保护, 2009, 35(1): 129-131.
Yang YL, He JW, Tang KX, et al. A preliminary report on pests and diseases on raspberry in Yunnan [J]. Plant Protect, 2009, 35(1): 129-131.
- [16] 许春枝. 雷公藤炭疽病的初步研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
Xu CZ. Preliminary study on the anthracnose of *Tripterygium wilfordii* [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2009.
- [17] 赵素菊. 树莓病虫害防治研究[J]. 河南农业, 2015, 6: 31-32.
Zhao SJ. Research on the controlling disease and pest in raspberry [J]. Henan Agric, 2015, 6: 31-32.
- [18] 傅俊范,林秋君,严雪瑞,等. 辽宁树莓黏菌病发生初报及病原鉴定[J]. 中国植保导刊, 2011, 31(5): 52-56.
Fu JF, Lin QJ, Yan XR, et al. Preliminary report and pathogen identification of mucoidosis in Liaoning [J]. China Plant Prot, 2011, 31(5): 52-56.
- [19] 臧超群,林秋君,傅俊范,等. 辽宁树莓黏菌病病原菌原质团生物学特性研究[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(12): 65-68.
Zang CQ, Lin QJ, Fu JF, et al. Study on the biological characteristics of

- the protoplasts of the bacterial pathogen of raspberry in Liaoning [J]. Hubei Agric Sci, 2018, 57(12): 65–68.
- [20] 薛丽平. 北方红树莓病虫害防治技术[J]. 现代农业科技, 2014, 2, 156–158.
- Xue LP. Technology of controlling disease and pest in raspberry tree [J]. Mod Agric Sci Technol, 2014, 2: 156–158.
- [21] 傅超. 辽宁树莓有害生物鉴定及防治基础研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2010.
- Fu C. Basic research on pest identification and control of raspberry in Liaoning [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2010.
- [22] 傅俊范, 于舒怡, 严雪瑞, 等. 辽宁树莓灰霉病发生危害及病原鉴定[J]. 北方园艺, 2009, 6: 106–108.
- Fu JF, Yu SY, Yan XR, *et al.* Study on occurrence of raspberry gray mold and the pathogen identification in Liaoning province [J]. Northern Horticult, 2009, 6: 106–108.
- [23] 张中义, 何永宏, 王学英, 等. 我国灰葡萄孢(*Botrytis cinerea* Pers.)的新寄主植物[J]. 云南农业大学学报, 2002, 17(4): 418–420.
- Zhang ZY, He YH, Wang XY, *et al.* New host plant of *Botrytis cinerea* in China [J]. J Yunnan Agric Univ, 2002, 17(4): 418–420.
- [24] Lewis MT, Koivunen EE, Swett CL, *et al.* Associations between *Drosophila suzukii* (diptera: drosophilidae) and fungi in raspberries [J]. Environ Entomol, 2019, 48(1): 68–79.
- [25] O'Neill T, Wedgwood E, Berrie AM, *et al.* Managing grey mould on raspberry grown under protection without use of fungicides during flowering and fruiting [J]. Agron Sustain Dev, 2012, 32: 673–682.
- [26] 王友升, 张燕, 何欣萌, 等. 1 株树莓果实采后病原真菌的 rDNA ITS 序列及碳源代谢指纹图谱分析[J]. 中国食品学报, 2015, 15(8): 224–230.
- Wang YS, Zhang Y, He XM, *et al.* Analysis of rDNA ITS sequence and carbon source metabolic fingerprint of pathogenic fungi from 1 tree berry fruit [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2015, 15(8): 224–230.
- [27] Ginting C, Zehr EI, Westcott SW. Inoculum sources and characterization of isolates of *Gilbertellapersicaria* from peach fruit in South Carolina [J]. Plant Dis, 1996, 80(10): 1129–1134.
- [28] 李莉, 王友升, 张帆, 等. 采前钙处理对树莓果实贮藏效果及清除自由基能力的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(5): 616–620.
- Li L, Wang YS, Zhang F, *et al.* Effect of pre-harvest spraying of calcium on fruit quality and free radical scavenging ability in raspberry during postharvest periods [J]. J Jilin Agric Univ, 2009, 31(5): 616–620.
- [29] 张帆, 王友升, 刘晓艳, 等. 采前水杨酸处理对树莓果实贮藏效果及抗氧化能力的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 308–312.
- Zhang F, Wang YS, Liu XY, *et al.* Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on fruit quality and antioxidant capacity of raspberry during post-harvest storage [J]. Food Sci, 2010, 31(10): 308–312.
- [30] 李敏. 不同贮藏保鲜方式对树莓果实品质的影响[D]. 锦州: 锦州医科大学, 2017.
- Li M. Effects of different storage methods on fruit quality of raspberry [D]. Jinzhou: Jinzhou Medical University, 2017.
- [31] 李敏, 尚宏丽. 树莓冻藏过程中 PPO、POD、纤维素酶及果胶酶活性变化的研究[J]. 饲料研究, 2016, 12: 41–45.
- Li M, Shang HL. Study on variations of PPO, POD, cellulase and pectinase activities in raspberry during frozen storage [J]. Feed Res, 2016, 12: 41–45.
- [32] Ancos DB, González EM, Cano MP. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit [J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(10): 4565–4570.
- [33] Ancos DB, Ibanez E, Reglero G, *et al.* Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds of raspberry fruit [J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(3): 873–879.
- [34] 向延菊, 郑先哲, 霍俊伟, 等. 树莓采后贮藏保鲜技术及其发展方向[J]. 农机化研究, 2005, 1, 220–221.
- Xiang YJ, Zheng XZ, Huo JW, *et al.* Post-harvest storage and preservation technology of raspberry and its development direction [J]. J Agric Mech Res, 2005, 1: 220–221.
- [35] 郭志平. 树莓的采收及采收后的加工技术[J]. 农产品加工(创新版), 2010, 11: 33.
- Guo ZP. Technology of raspberry harvesting and post-harvest processing [J]. Process Agric Prod (Innov Ed), 2010, 11: 33.
- [36] Morales M, Callejón R, Ubeda C, *et al.* Effect of storage time at low temperature on the volatile compound composition of Sevilana and Maravilla raspberries [J]. Postharvest Biol Technol, 2014, 96: 128–134.
- [37] 白丽娟. 冰温贮藏对红树莓品质影响的研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2013.
- Bai LJ. Study on the effect of ice temperature storage on the quality of red raspberry [D]. Tianjin: Tianjin Commercial University, 2013.
- [38] 高铭, 纪淑娟, 程顺昌, 等. 不同浓度 CO₂ 对箱式气调贮藏树莓保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(12): 341–343.
- Gao M, Ji SJ, Cheng SC, *et al.* Effect of CO₂ concentration on quality of raspberry stored in gas adjustment box [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(12): 341–343.
- [39] 张晓宇, 赵迎丽, 闫根柱, 等. 树莓气调贮藏研究初报[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(4): 22–24.
- Zhang XY, Zhao YL, Yan GZ, *et al.* Primary research of CA storage on raspberries [J]. Storage Process, 2009, 9(4): 22–24.
- [40] 朱雪静. 红树莓气调保鲜实验及传热传质研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2018.
- Zhu XJ. Study on the experiment and heat and mass transfer in controlled atmosphere storage of red raspberry [D]. Harbin: Harbin University of Commerce, 2018.
- [41] Forney CF, Jamieson AR, Pennell KDM, *et al.* Relationships between fruit composition and storage life in air or controlled atmosphere of red raspberry [J]. Postharvest Biol Technol, 2015, 110: 121–130.
- [42] Giovanelli G, Limbo S, Buratti S. Effects of new packaging solutions on physico-chemical, nutritional and aromatic characteristics of red raspberries (*Rubus idaeus* L.) in postharvest storage [J]. Postharvest Biol Technol, 2014, 98: 72–81.
- [43] 白丽娟, 鲁晓翔, 李江阔, 等. 冰温结合气调贮藏对树莓保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(18): 327–330.
- Bai LJ, Lu XX, Li JK, *et al.* Effect of atmosphere packaging combined with ice-temperature on quality of raspberry [J]. Sci Technol Food Ind, 2013, 34(18): 327–330.
- [44] 张晓宇, 赵迎丽, 闫根柱. 自发气调包装及容量对树莓保鲜效果的影响[J]. 山西农业科学, 2010, 38(11): 65–67.
- Zhang XY, Zhao YL, Yan GZ. Effect of modified atmosphere packaging and capacity on the quality of raspberry [J]. J Shanxi Agric Sci, 2010, 38(11): 65–67.

- [45] 张琦, 魏宝东, 张佰清. 臭氧保鲜处理对树莓采后生理的影响[J]. 中国酿造, 2008, 12: 71–73.
Zhang Q, Wei BD, Zhang BQ. Effect of ozone on postharvest physiology of bramble [J]. China Brew, 2008, 12: 71–73.
- [46] 张娜, 李昆仑, 王文生, 等. 应用臭氧浓度精准控制熏蒸装置提高树莓贮藏品质[J]. 农业工程学报, 2017, 33(10): 303–309.
Zhang N, Li KL, Wang WS, *et al.* Application of ozone concentration precision control fumigation device to improve raspberry storage quality [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2017, 33(10): 303–309.
- [47] Barth MM, Zhou C, Mercier J, *et al.* Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries [J]. J Food Sci, 1995, 60(6): 1286–1288.
- [48] 谷鑫鑫, 宋维秀. 不同浓度山梨酸钾对树莓果实品质的影响[J]. 青海大学学报, 2018, 36(1): 22–27.
Gu XX, Song WX. Effects of potassium sorbate with different concentrations on fruit quality of raspberry [J]. J Qinghai Univ, 2018, 36(1): 22–27.
- [49] 马大文, 张华. 茉莉酸甲酯熏蒸提高树莓果实采后贮藏品质[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(8): 166–169.
Ma DW, Zhang H. Improving postharvest quality in raspberry fruit during storage by fumigation with methyl jasmonate [J]. Food Res Dev, 2018, 39(8): 166–169.
- [50] 张志敏. 不同树莓品系果实特性评价及采后两种处理方法对果实特性的影响[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2013.
Zhang ZM. Evaluation on fruit characteristics of different raspberry lines and effect of the two treatment methods on post-harvest fruit characteristics [D]. Xianyang: Northwest A&F University, 2013.
- [51] 迟玉杰, 赵梦瑞. 脱水醋酸对草莓、树莓的保鲜效果研究[J]. 食品科学, 1995, (4): 56–59.
Chi YJ, Zhao MR. Study on the fresh-keeping effect of dehydrated acetic acid on strawberry and raspberry [J]. Food Sci, 1995, (4): 56–59.
- [52] Guerreiro AC, Gago CM, Miguel MG, *et al.* The influence of edible coatings enriched with citral and eugenol on the raspberry storage ability, nutritional and sensory quality [J]. Food Packaging Shelf, 2016, 9: 20–28.
- [53] 兰蓉, 吴志明, 张立秋. 葡萄糖氧化酶等天然保鲜剂对树莓保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 308–312.
Lan R, Wu ZM, Zhang LQ. Effect of glucose oxidase on the preservation of raspberries [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(22): 308–312.
- [54] Krüger E, Dietrich H, Schöpplein E, *et al.* Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit [J]. Postharvest Biol Technol, 2011, 60(1): 31–37.
- [55] Mullen W, Stewart AJ, Lean ME, *et al.* Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries [J]. J Agric Food Chem, 2002, 50(18): 5197–5201.
- [56] 井慧敏, 曹洋洋, 刘靖玫, 等. 尚志市红树莓物流保鲜研究[J]. 中国果菜, 2017, 37(7): 1–3.
Jing HM, Cao YY, Liu JM, *et al.* Logistics and preservation research of red raspberry in Shangzhi city [J]. China Fruit Veget, 2017, 37(7): 1–3.

(责任编辑: 王欣)

作者简介



刘亚敏, 硕士, 副教授, 主要研究方向为经济林栽培及采后保鲜与加工。
E-mail: yaminliu0511@163.com