

芋疫病灾变规律及综合防治研究进展

王骄阳, 洪霞, 米敏, 刘也楠 (台州市农业科学研究院, 浙江临海 317000)

摘要 疫病作为芋生产过程中的主要病害,严重影响芋产量和品质,制约芋产业规模化发展。主要从疫病特征、灾变规律、综合防治等角度综述国内外芋疫病的研究成果,以期对芋疫病绿色防控提供参考。

关键词 芋;疫病;疫霉;侵染;特征;灾变规律;综合防治

中图分类号 S436.32 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)21-0001-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.21.001



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress on the Cataclysm Rule and Integrated Control of Taro Blight

WANG Jiao-yang, HONG Xia, MI Min et al (Taizhou Academy of Agricultural Sciences, Linhai, Zhejiang 317000)

Abstract As the main disease in the production process of taro, blight disease seriously affects the yield and quality of taro and restricts the large-scale development of taro industry. This paper summarized the related research results on taro blight, including the disease characteristics, the cataclysm rule and integrated control, in order to provide a reference for green prevention and control of taro blight.

Key words Taro; Blight disease; Phytophthora; Infection; Characteristics; Cataclysm rule; Integrated control

芋(*Colocasia esculenta*)属于天南星科(Araceae)芋属(*Colocasia* Schott),是世界上最古老的块茎栽培作物之一,是具有较高经济价值和产业化开发前景的粮菜兼用型作物,现广泛种植于非洲、亚洲、大洋洲等热带、亚热带和温带的许多温暖地区^[1-3]。芋富含多糖、淀粉、蛋白质、多种矿物质和膳食纤维,是全球近6000万人的主食,在消费蔬菜中芋排名第14位^[1]。芋具有健胃生津功能,有较好的消炎、镇痛、减少感染的功效^[4]。2000多年前我国已有芋相关记载,与我国生活美食、民族医药、食疗保健等息息相关^[5]。1961—2016年数据显示,我国芋种植面积波动较大,但种植技术不断进步,产量总体呈稳步上涨的趋势,作为芋主产国之一,自1991年我国芋总产量基本位居世界第二^[6-7]。

农艺措施、现代农业的发展与进步对芋的增产起到了重要作用,但高温高湿的生长环境导致芋病害问题也越来越突出,尤其是芋疫病已经成为芋生产过程中的常见病害,分布广泛、发病率高、危害较大,可造成芋减产25%~30%^[8-10],严重时可致绝收。国内外学者就芋开展了疫霉生物学特性、病原菌鉴定、品种抗性鉴定等方面的工作,笔者综述近年来芋疫病灾变规律及综合防治研究成果,以期对科学防控芋疫病提供参考。

1 芋疫病特征

1.1 芋疫病症状 芋疫病在芋整个生育期均可发生,主要危害叶片、叶柄及球茎。叶片染病初期出现黄褐色圆形病斑,后逐渐扩大为圆形或不规则网状斑,叶背症状尤甚^[11],严重时全叶腐败破裂仅剩叶脉,状似破伞^[12]。叶柄染病时基部或中部出现褐色长条状或不规则病斑,后扩展连片至叶柄倒折,叶片萎蔫。球茎染病后部分组织变褐腐烂,影响芋的品质和产量。

1.2 芋疫霉特性 芋疫病由卵菌纲鞭毛菌亚门疫霉属的芋疫霉(*Phytophthora colocasiae* Raciborski)侵染所致,病原菌分

离鉴定结果表明,芋疫霉菌落大致相似^[12-14],菌丝透明无隔,气生菌丝少。孢囊梗较细,不规则分枝、伞形分枝或合轴分枝,直径2~4 μm,顶端着生孢子囊。孢子囊呈梨形或长椭圆形,单胞,无色,易脱落,顶端乳突,下端具一短柄。游动孢子肾形,单胞,无色,有2根鞭毛易于游动。

除个别同宗配合种外,芋疫霉的交配方式主要为异宗配合,需要2种交配型形成卵孢子^[14-15],包括A1、A2、A0、A1A2和A1、A2共5种类型,异宗配合导致病原菌杂合性高^[16]。王向社等^[17-18]对海南岛不同芋疫霉菌株进行多样性分析发现,孢囊形态差异显著,菌株的生长速率、致病力、药剂敏感性也显著不同,交配型具有多样性,其中以A1、A2交配型为主,不同交配型对芋均有致病性。

芋疫霉喜水,温度及水分不适时疫霉卵孢子可在土壤中存活多年,土壤干燥缺水将使芋疫霉游动孢子囊细胞壁增厚,产生具有休眠特性的厚垣孢子,条件一旦适宜易长出菌丝或产生孢子囊,继而产生游动孢子^[16,19-20],每个孢子囊可释放数个游动孢子。

2 灾变规律

芋疫病病原真菌主要以菌丝或卵孢子在种芋球茎、病残体或土中保持活力、休眠越冬,成为翌年的侵染源^[15,21]。带菌种芋长出的芋株成为田间发病中心病株,病斑的孢子囊经风雨传播侵染健康植株,土壤中的游动孢子随水流传播侵入根部,形成由发病中心逐渐向外扩散蔓延的发病规律。

芋疫霉孢子在27~30℃、相对湿度大于90%时繁殖较快,5~10d连续湿热天气使病情迅速加重,严重时可减产50%~60%,敏感品种可致绝收^[22]。芋疫霉极易侵染叶片,带病土壤飞溅、孢子囊随风散播等均可引起叶部侵染,芋全生育期内天气多高温潮湿,易使叶片受害加剧。土壤内的游离孢子很难被彻底清除,随水流传播,可侵染新的适合寄主,实现多次重复侵染,导致芋田间病株终年存在、疫霉危害连年发生。袁红银等^[23]连续8年开展芋疫病田间调查及气象因子分析发现,降雨量、雨日数、光照等因素影响芋疫病发生程

作者简介 王骄阳(1983—),女,浙江天台人,高级农艺师,从事园艺科研与技术推广工作。

收稿日期 2021-02-19

度,相对温暖湿润的气候条件适宜芋疫霉的生长和侵染。

20世纪初我国发现并报道芋疫病,连作障碍、病源未除、施肥不当、农药滥用等加速了芋疫病的传播蔓延,防治不彻底导致病情呈现逐年加重的趋势^[23-25]。近年来疫病在我国芋主产区具有普发性,常于6—7月可见田间病斑,种植地块均有不同程度发生,随时间推移毒素不断积累,病情逐渐加重,9月前后采收期时进入病情高峰期。

3 综合防治

总体来说,影响疫病发病程度的因素有品种、土壤水分、耕作方式、轮作方式、土壤肥力、施用除草剂等^[26]。要根据影响因素有针对性地采取防治措施预防病害的发生或减轻为害程度,一般采用农业防治、化学防治、生物防治等方法。

3.1 农业防治

3.1.1 选用抗病品种。芋疫霉菌在抗病品种的染病组织和器官上产生的孢子少于感病和耐病品种,且对植株影响较小,不易形成大面积的侵染、腐烂、死亡。选用抗病品种、尽量选留无病种芋是防治芋疫病的首选措施。莫俊杰等^[27]从芋头主产区收集的100多个芋头主栽品系中仅鉴定筛选出6个抗病品系和9个中抗品系。现有抗疫病芋种质资源少、单基因抗性不持久等增加了抗病育种的难度,且品种选育花费时间较长。Sharma等^[28]鉴定出9种抗芋疫病的基因并找到了与其连锁的分子标记,分子育种将是今后研究的发展方向 and 必然趋势。

3.1.2 合理轮作、间作。疫霉菌是土壤习居菌,连作田块积累大量孢子,病害发生早且严重。芋疫霉有较强的寄生专化性,寄主范围较窄,其主要寄主是芋,因此应与非寄主作物进行2~3年轮作,最好实行水旱轮作,可有效降低田间病原菌基数,明显控制病害的发生与发展。有研究表明,葱和葱鳞茎及其浸出液可以明显抑制游动孢子的萌发和附着^[29]、玉米和韭菜根系分泌的化学物质可以降低孢子的传播速率^[30],因此生产上可以利用芋和葱、韭菜间作在一定程度上防治疫病。

3.1.3 科学田间管理。尽量选择地势较高、排水良好的田块进行栽培,做到高畦深沟。合理密植,避免因种植密度过大造成田间通风透光性差;施足腐熟有机肥,避免偏施氮肥导致植株徒长,抗性降低;及时发现并铲除田间病株,减少病害的蔓延和扩散。芋生长期需水量较多,要合理灌溉,保持土壤湿润,避免漫灌,雨季尤其要及时排除田间积水,避免病害传播。收获后要及时清园,集中处理病残体及杂草。

3.2 化学防治 基于水分管理对防治芋疫病的重要性,高温雨后应及时施药防治。甲霜灵、嘧菌酯、氰霜唑、氟醚菌酰胺、双炔酰菌胺和烯酰吗啉等杀菌剂较耐雨水冲刷,对芋疫病均有一定防效^[13,19,31],可以破坏病菌细胞壁合成、抑制孢子萌发和菌丝生长等。高效低毒内吸性杀菌剂保护性好、持效期长,可用于前期预防保护和中后期治疗,但单一使用杀菌剂易使芋疫霉的药剂敏感特性降低,抗性突变体频率增加,有较高的抗性风险,应与没有交互抗性的药剂复配、轮换使用,利用不同杀菌剂作用机制的差异,以提高防效并延缓

抗药性的产生。

3.3 生物防治 生物防治对环境更友好、更安全,是更为科学的技术措施。有研究发现,提取檬叶油和外果皮油、蓝桉叶油等植物精油能抑制芋疫霉菌丝生长和坏死症状的出现^[32],芽孢杆菌、海洋细菌、哈茨木霉等细菌、真菌对疫霉具有拮抗作用,能抑制病原物生长^[30,33]。生物防治针对性强,具有广阔的发展前景,但目前研究进展仍较缓慢。

4 小结

芋疫病已经成为制约我国芋生产的常见病害,连作、田间湿度大、偏施氮肥等因素加重芋疫病危害程度,在生产实践中应以预防为主,加强管理、科学防治是控制病情的关键,建议结合天气变化、加强病情监测、合理轮作倒茬、科学平衡施肥、适时中耕培土。杀菌剂化学防治芋疫病效果显著,但易污染空气、水和土壤,目前仍是芋疫病防治的重要手段。

随着人们对食品安全、环境保护的日益重视,为实现绿色的、可持续的农业,抗病育种、生物防治等工作将快速发展。国内外学者多年来致力于抗疫病基因鉴定、分子遗传育种等方面研究,目前已明确疫霉菌毒素具有诱发芋疫病的敏感性诱导因子,能诱导芋产生系统获得抗性^[16],芋感染疫霉后,抗、感品种的多项生理生化指标、基因表达存在差异^[19],但其致病机理尚未掌握。通过转基因技术可以增强芋疫霉抗性,利用DNA分子标记进行芋疫霉抗病育种材料的选择也存在可能,有待进一步研究。

参考文献

- [1] HORTON D. Underground crops: Long-term trends in production of roots and tubers[M]. Morritton: Winrock International, 1988.
- [2] HE X L, MIYASAKA S C, FITCH M M M, et al. Taro (*Colocasia esculenta*) transformed with a wheat oxalate oxidase gene for improved resistance to taro pathogen *Phytophthora colocasiae*[J]. HortScience, 2013, 48(1): 22-27.
- [3] 曹利民. 中国芋属植物的初步研究[D]. 昆明: 中国科学院昆明植物研究所, 2003.
- [4] 陈丽萍. 芋种质资源遗传多样性 RAPD 分析[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2004.
- [5] 李庆典. 芋(*Colocasia esculenta*)民族植物学研究及遗传多样性分子评价[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2004.
- [6] 常蕾, 汪翔. 世界芋头产业发展现状综述[J]. 现代农业科技, 2019(2): 57-59.
- [7] 向华, 吴曼, 胡志山, 等. 世界芋头生产布局与贸易格局分析[J]. 世界农业, 2018(10): 144-150.
- [8] SAHOO M R, DASGUPTA M, KOLE P C, et al. Antioxidative enzymes and isozymes analysis of taro genotypes and their implications in *Phytophthora* blight disease resistance[J]. Mycopathologia, 2007, 163(4): 241-248.
- [9] THANKAPPAN M. Leaf blight of taro—a review[J]. Journal of root crops, 1985, 11(1/2): 223-236.
- [10] MISRA R S, CHOWDHURY S R. *Phytophthora* leaf blight disease of taro, CTCRI technical bulletin series 21[M]. Trivandrum: Central Tuber Crops Research Institute, 1997: 32.
- [11] 姜东明. 2012年芋头疫病大发生原因分析及防治对策[J]. 福建农业科技, 2012(12): 50-51.
- [12] 周清平, 胡汉桥, 梁钾贤, 等. 芋疫病抗病性鉴定及药剂筛选[J]. 湖北植保, 2012(5): 27-30.
- [13] 李迪, 王迪轩, 蔡再华. 芋疫病的显微识别与综合防治[J]. 植物医生, 2019, 32(2): 43-46.
- [14] 陆叶, 陆志翔, 何芳练, 等. 桂东南地区芋疫霉的交配型研究[J]. 基因组学与应用生物学, 2013, 32(3): 285-290.
- [15] QUITUGUA R J, TRUJILLO E E. Survival of *Phytophthora colocasiae* in field soil at various temperatures and water matrix potentials[J]. Plant disease, 1998, 82(2): 203-207.

- [5] 蔡芷辰,李振麟,徐谦,等. 桂枝的化学成分分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(22):57-60.
- [6] WU X X, HE J, XU H R, et al. Quality assessment of Cinnamomi Ramulus by the simultaneous analysis of multiple active components using high-performance thin-layer chromatography and high-performance liquid chromatography[J]. Journal of separation science, 2014, 37(18): 2490-2498.
- [7] 李国辉,李晓如. GC/MS 和化学计量学解析法分析桂枝挥发油成分[J]. 现代中药研究与实践, 2007, 21(3): 31-34.
- [8] 杨海玲,吴丽丹,刘惠兰,等. 一测多评法同时测定姜黄-桂枝药对不同配伍比例中 5 种有效化学成分含量[J]. 中国医院药学杂志, 2017, 37(21): 2142-2146.
- [9] 陈永财,钱江辉,王彬辉,等. “桂枝与白芍”药对化学成分 UPLC-Q/TOF-MS 分析[J]. 中国医药导报, 2017, 14(16): 12-15, 23.
- [10] 李维思,黄玲玲,李振江,等. 桂枝茯苓胶囊 HPLC-ESI-QTOF/MS 化学成分分析过程中提取溶剂的优化[J]. 生物加工过程, 2016, 14(4): 59-64.
- [11] 李煌,乔丽菲,张玉琴,等. 基于化学成分和生物效应的栝楼桂枝汤质量评价研究[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(10): 1877-1882.
- [12] 黄一可,万敬员,夏之宁. 微波提取对桂枝-甘草药对化学成分影响的研究[J]. 中成药, 2015, 37(9): 2082-2085.
- [13] WANG S N, SUN L J, GU L Q, et al. The comparative pharmacokinetics of four bioactive ingredients after administration of Ramulus Cinnamomi-Radix Glycyrrhizae herb pair extract, Ramulus Cinnamomi extract and Radix Glycyrrhizae extract[J]. Biomedical chromatography, 2016, 30(8): 1270-1277.
- [14] GUAN J, WANG L M, JIN J, et al. Simultaneous determination of calycosin-7-O-β-D-glucoside, cinnamic acid, paeoniflorin and albiflorin in rat plasma by UHPLC-MS/MS and its application to a pharmacokinetic study of Huangqi Guizhi Wuwu Decoction[J]. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 2019, 170: 1-7.
- [15] 周硕,霍海如,郭建友,等. 桂枝汤对体温整合调节作用的活性成分研究[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(9): 865-867.
- [16] 王亭晔,刘玥芸,陈家旭. 桂枝汤对体温双向调节作用的研究进展[J]. 中国医药导报, 2016, 13(20): 44-47.
- [17] WANG X M, XU W J, XU L K, et al. Antipyretic effect of herba ephedrae-Ramulus cinnamomi herb pair on yeast-induced pyrexia pats: A metabolomics study[J]. Chinese journal of integrative medicine, 2018, 24(9): 676-682.
- [18] ZHENG F H, WEI P, HUO H L, et al. Neuroprotective effect of Gui Zhi (Ramulus Cinnamomi) on Ma Huang- (Herb Ephedra-) induced toxicity in rats treated with a Ma Huang-Gui Zhi herb pair[J]. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2015, 2015: 1-9.
- [19] 王宗新,张晓兰,刘淑梅. 桂枝麻黄各半汤加减治疗慢性荨麻疹 66 例[J]. 河南中医, 2005, 25(4): 14.
- [20] 聂奇森,滕建文,黄丽,等. 桂枝中抗过敏活性成分的研究[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(7): 1594-1596.
- [21] 滕建文,聂奇森,黄丽,等. 桂枝抗过敏和抗氧化活性的对比研究[J]. 食品科技, 2008, 33(7): 259-262.
- [22] 赵慧,顾立刚,陈小军,等. 桂枝芍药知母汤对Ⅱ型胶原诱导性关节炎大鼠血清肿瘤坏死因子-α、白细胞介素 1β 活性的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(11): 27-29.
- [23] 黄晓晖,陈思东,谭剑斌. 中药桂枝提取物杀灭微生物效果研究[J]. 广东药学院学报, 2001, 17(4): 300-301.
- [24] WAN C P, LI P, CHEN C Y, et al. Antifungal activity of Ramulus cinnamomi explored by ¹H-NMR based metabolomics approach[J]. Molecules, 2017, 22(12): 2237-2247.
- [25] YANG H, CHENG X, YANG Y L, et al. Ramulus Cinnamomi extract attenuates neuroinflammatory responses via downregulating TLR4/MyD88 signaling pathway in BV2 cells[J]. Neural regeneration research, 2017, 12(11): 1860-1864.
- [26] JUNG J, LEE J H, BAE K H, et al. Anti-gastric actions of eugenol and cinnamic acid isolated from Cinnamomi Ramulus[J]. Journal of the pharmaceutical society of Japan, 2011, 131(7): 1103-1110.
- [27] 徐世军,沈映君,金沈锐,等. 桂枝挥发油对 LPS 致急性肺损伤大鼠模型蛋白酪氨酸激酶活性的影响[J]. 成都中医药大学学报, 2007, 30(4): 28-30.
- [28] HAN B, ZHU C X, SHI W, et al. Effect of Rhizoma Polygoni Cuspidati and Ramulus Cinnamomi compatibility on uric acid metabolism and urinary neutrophil gelatinase-associated lipocalin and kidney injury molecule-1 in rats with hyperuricemia [J]. Chinese journal of integrative medicine, 2017, 23(7): 535-542.
- [29] CHEN Y H, LIN Y N, CHEN W C, et al. Treatment of stress urinary incontinence by cinnamaldehyde, the major constituent of the Chinese medicinal herb Ramulus Cinnamomi[J]. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2014, 2014: 1-10.
- [30] ZHOU J, YUAN X R, LI L, et al. Comparison of different methods for extraction of Cinnamomi ramulus: Yield, chemical composition and in vitro antiviral activities [J]. Natural product research, 2017, 31(24): 2909-2913.
- [31] KANG Y H, SHIN H M. Vasorelaxant effect of Cinnamomi Ramulus ethanol extract via rho-kinase signaling pathway[J]. American journal of chinese medicine, 2011, 39(5): 867-878.
- [32] KANG Y H, SHIN H M. innamomi ramulus ethanol extract exerts vasorelaxation through inhibition of Ca²⁺ influx and Ca²⁺ release in rat aorta [J]. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2012, 2012: 1-7.
- [33] 赵光,李珺,杨捷. 中药砂仁、虎杖及桂枝萃取液对乳腺癌细胞 MCF-7 增殖的抑制作用[J]. 中国医学装备, 2016, 13(6): 94-98.
- [34] 周丽萍,雷蕾,楚国庆,等. 桂枝茯苓丸联合顺铂对人卵巢癌 SKOV-3 细胞增殖与凋亡的影响[J]. 宁夏医学杂志, 2021, 43(1): 20-23, 97.
- [35] 孙鹏达,孙冬. 桂枝水提物诱导人结肠癌 SW480 细胞周期进程及其凋亡机制[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(20): 4396-4399.

(上接第 2 页)

- [16] 梁喜龙,冯乃杰,杜吉到,等. 疫霉菌的研究现状及展望[J]. 杂粮作物, 2004, 24(6): 354-358.
- [17] 王向社,李锐,胡茂松,等. 海南岛芋疫霉菌生物学特性、致病力、对甲霜灵的敏感性研究[J]. 热带作物学报, 2001, 22(1): 83-90.
- [18] ZHANG K M, ZHENG F C, LI Y D, et al. Isolates of *Phytophthora colocasiae* from Hainan island in China: Evidence suggesting an Asian origin of this species[J]. Mycologia, 1994, 86(1): 108-112.
- [19] 崔永. 芋疫病研究进展[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(6): 22-26, 38.
- [20] 咎凯,季珊珊,陈亚光,等. 大豆抗疫霉菌根腐病基因研究进展[J]. 农业科技通讯, 2019(10): 206-211.
- [21] 刘绍莲. 芋疫病的发生及防治[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(5): 189.
- [22] BROOKS F E. Detached-leaf bioassay for evaluating taro resistance to *Phytophthora colocasiae*[J]. Plant disease, 2008, 92(1): 126-131.
- [23] 袁红银,张芳,王学平,等. 如皋香堂芋疫病影响因子及防控对策[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(2): 52-56.
- [24] 董伟清,何芳练,江文,等. 荔浦芋疫病病原鉴定及原生质体制备[J]. 南方农业学报, 2016, 47(11): 1861-1866.
- [25] 张永佳. 芋疫病的发生特点及综合防治技术[J]. 上海蔬菜, 2013(2): 51-52.
- [26] 张国栋. 大豆疫霉菌根腐病[J]. 植物病理学报, 1998, 28(3): 193-200.
- [27] 莫俊杰,胡汉桥,梁钾贤,等. 芋疫病抗病性鉴定及不同品系遗传多样性分析[J]. 广东海洋大学学报, 2012, 32(4): 67-72.
- [28] SHARMA K, MISHRA A K, MISRA R S. Analysis of AFLP variation of taro population and markers associated with leaf blight resistance gene [J]. Academic journal of plant sciences, 2008, 1(3): 42-48.
- [29] 蒋继志. 植物病原真菌分子核型及致病疫霉与几种植物相互作用的研究[J]. 植物病理学报, 1999, 29(4): 303.
- [30] 彭玉梅,黄玲芝,裴冬丽,等. 辣椒疫病致病因子及防治研究进展[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(9): 7-11.
- [31] 刘杰,韩君,吴建挺,等. 氟醚菌酰胺和烯酰吗啉对芋疫病菌增效作用及田间防效[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(12): 45-49, 54.
- [32] SAMEZA M L, BOAT M A B, NGUEMEI S T, et al. Potential use of *Eucalyptus globulus* essential oil against *Phytophthora colocasiae* the causal agent of taro leaf blight[J]. European journal of plant pathology, 2014, 140(2): 243-250.
- [33] 刘畅. 辣椒疫病生物防治的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(19): 99-101.