

冬瓜枯萎病研究进展

石博¹, 关峰¹, 张景云¹, 万新建¹, 张会国², 黄国东²

(1. 江西省农业科学院蔬菜花卉研究所 南昌 330200; 2. 江西省高安市农业农村局 江西高安 330800)

摘要: 冬瓜是重要的葫芦科蔬菜, 在中国广泛种植。冬瓜枯萎病是由尖孢镰刀菌冬瓜专化型引起的毁灭性土传病害之一, 严重影响冬瓜的产量和品质。从冬瓜枯萎病病原菌鉴定、发病规律、防治措施和抗病育种等方面综述了冬瓜枯萎病的研究进展, 以为冬瓜抗病遗传育种工作的开展提供参考。

关键词: 冬瓜; 枯萎病; 抗病机制

中图分类号: S642.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2022)11-011-04

Advance of research in *Fusarium* wilt of wax gourd

SHI Bo¹, GUAN Feng¹, ZHANG Jingyun¹, WAN Xinjian¹, ZHANG Huiguo², HUANG Guodong²

(1. Institute of Vegetable and Flower, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, Jiangxi, China; 2. Jiangxi Gaoan Agriculture and Rural Affairs Bureau, Gaoan 330800, Jiangxi, China)

Abstract: Wax gourd is an important and widely cultivated cucurbit vegetable in China. *Fusarium* wilt, caused by the soilborne *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *benincasae*, is one of the most important diseases in wax gourd production, resulting in seriously reduction of yield and quality. We summarized the progress on classification of the pathogen of *Fusarium* wilt and control measures, disease resistance breeding, aiming to provide theoretical foundation for molecular breeding of *Fusarium* wilt resistant cultivar in wax gourd.

Key words: Wax gourd; *Fusarium* wilt; Disease resistance mechanism

冬瓜 [*Benincasahispida* (Thunb.) Cogn.] 为葫芦科冬瓜属一年生蔓生植物, 在我国已有 2000 多年的种植史^[1]。冬瓜是一种高产蔬菜, 1 hm² 产量可达 150 t, 除高产优势外, 冬瓜还具有易栽培、耐贮运、耐湿热、适应性强等特点, 目前其种植面积已超过 30 万 hm², 且冬瓜已成为我国南菜北运的主要蔬菜之一^[2-3]。近年来, 由于多年连作导致土壤环境恶化, 连作障碍严重, 冬瓜枯萎病的发生也日益频繁^[4-5], 现已成为制约冬瓜产业健康发展的主要因素之一。冬瓜枯萎病是一种土传真菌性病害, 致病菌为尖孢镰刀菌冬瓜专化型 (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *benincasae*)^[6-9], 在冬瓜整个生育期枯萎病均可发生, 特别是我国南方地区因夏季高温多雨等气候条件, 发病尤为频繁, 发病时一般减产 20%~30%, 严重时在 60% 以上, 制约了冬瓜产业的健康发展^[5]。

因此, 了解冬瓜枯萎病病原鉴定方法、发生规

律、抗性种质鉴定及抗病育种等方面的研究进展, 对挖掘抗性种质资源和基因资源具有非常重要的意义, 并可为后续开展冬瓜枯萎病研究提供参考和依据。

1 冬瓜枯萎病病原菌的鉴定

1985 年, Gertagh 等^[10]首次发现一种导致冬瓜枯萎病发生的真菌专化型—尖孢镰刀菌冬瓜专化型 (*F. oxysporum* f. sp. *benincasae*)。1995 年孙妍芳等^[11]对冬瓜枯萎病分离物进行了专化型鉴定研究, 发现该致病菌专化型较强, 只严重侵染冬瓜, 还可导致西瓜和瓠瓜轻度发病。已有报道表明, 葫芦科瓜类枯萎病尖孢镰刀菌共存在 7 种种下分化^[10, 12-14]。目前, 常见尖孢镰刀菌的鉴定一般结合形态学观察、致病性检测和分子生物学鉴定 3 种方法。冬瓜枯萎病菌形态学观察多采用 PDA 培养基, 于 26 °C 真菌培养箱培养 5~7 d, 同时观察菌落

收稿日期: 2022-02-09; 修回日期: 2022-08-01

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系 (CARS-23); 江西省重点研发计划一般项目 (20212BBF63015, 20202BBFL63010); 江西现代农业科研协同创新专项 (JXXTCXQN202102, JXXTCX202101)

作者简介: 石博, 男, 助理研究员, 主要从事蔬菜育种与栽培技术研究。E-mail: shibo_jiangxi@163.com

通信作者: 万新建, 男, 研究员, 主要从事蔬菜遗传育种与分子生物技术研究。E-mail: xinjian71@163.com

和菌丝的生长形态,并在电子显微镜下观察分生孢子形态。曾永三等^[15]对冬瓜枯萎病菌的生物学特征进行了观察,发现尖孢镰刀菌冬瓜专化型的菌丝呈绒毛絮状,菌落颜色为紫色或白色稍带粉紫色。菌丝体侧生小梗,从单出的瓶状小梗顶上长出形成分生孢子。分生孢子形状均为镰刀形,基部有细小足细胞。厚垣孢子顶生或间生,形状为圆形,表面光滑^[16]。致病性测定可明确病原菌致病力强弱及具体专化型,冬瓜枯萎病菌鉴定目前多采用人工苗期接种法对幼苗接种病原菌,置于温度为28℃、光照12h的培养箱中,以未接种冬瓜幼苗为对照,接菌10~15d后冬瓜幼苗子叶黄化、叶片逐渐枯萎,最终死亡。分子生物学鉴定则是在分子水平检测致病菌的类别,进一步明确其专化型。一般使用通用引物ITS1和ITS4扩增分离物鉴定DNA,将菌株rDNA-ITS序列在GenBank核酸数据库中进行比对。序列相似性 $\geq 99\%$,鉴别为同种;序列相似性在95%~99%之间,鉴别为同属;序列相似性 $\leq 95\%$,鉴别为同科^[17]。目前NCBI数据库中有大量的镰刀菌ITS序列^[5,12,18]。在试验中依次操作这3种方法对病原菌进行观察和鉴定,其结果更为准确。

2 发病规律及尖孢镰刀菌侵染过程

尖孢镰刀菌是土壤习居真菌,一旦成功在土壤中定殖几乎无法消除^[19],因此连作多年的老菜地更易发病,尤其在开花期、坐果期和果实膨大期等关键时期,枯萎病发病率高达60%或以上^[5],甚至绝收,这对冬瓜的产量和品质造成很大影响。枯萎病对温度适应性很强,在20~32℃均可发病,且温度越高发病越重,在温度为28~32℃时,病害发生最为严重^[16]。另外,湿度也是影响枯萎病发病的一个重要因素,夏季雨后晴天会促进病害的快速发生。此外,地块积水、土壤酸性、多年连作、地下害虫增多等均可促进枯萎病发生。关峰等^[20]研究发现病原菌是在土壤的植株残体内以菌丝体、厚垣孢子或菌核越冬,且该致病菌可在土壤中存活5年甚至更长的时间。

枯萎病发生时,植株下部叶片从边缘向内开始黄化、萎蔫,后期植株上部叶片从顶叶开始逐渐萎蔫干枯,最后整株干枯死亡。严重时病株下部会出现纵向浅褐裂纹,潮湿天气下病部会分泌胶状物。从病株显症到全株枯死,一般需要7~10d^[21]。病原菌主要通过根部的伤口或根毛顶端细胞进入寄主植物体内^[22-23],并在寄主植物的导管中产生大量菌

丝和菌核,堵塞维管束导管,阻断有机质、矿物质和水分的运输^[24-25],且分泌毒素和分解酶,从而导致寄主植物组织分解和坏死,最终致使植株萎蔫、死亡^[26-28]。谢大森等^[29]研究发现,病原菌由根系向植株顶端扩散,病株的萎蔫也先从下部叶片开始,逐渐向上黄化萎蔫。Zhang等^[30]认为西瓜枯萎病菌侵染后,西瓜根部木质部导管通过快速形成膜状物、填充体及细胞壁增厚阻塞菌丝入侵,这与Mace等^[31]的观点相吻合。枚贵^[32]采用免疫荧光标记技术研究镰刀菌胁迫下冬瓜根部细胞壁果胶多糖的组织细胞定位,发现冬瓜与枯萎病菌的互作过程存在果胶酶的参与现象。

3 冬瓜枯萎病防治方法

为进一步提高冬瓜品质与产量,需加大预防与防控措施,以农业防治、生物防治为主,以化学药剂防治为辅,及时有效地开展绿色防控工作。

3.1 农业防治

农业防治包括与非寄主作物轮作、加强水肥管理、高温晒土等^[33]。连作对冬瓜土壤理化性质、土壤微生物群落等有很大的影响,使土壤微生物群落由“细菌型”向“真菌型”转化,且致病性真菌增加,最终导致冬瓜产量和品质下降。前人研究表明,与大蒜、韭菜、茼蒿等轮作能够明显降低土壤中的镰刀菌丰度,枯萎病的发病率可降低40%^[34-35]。合理的水肥管理是减少病害必不可少的措施,精耕细作、增施有机肥和磷钾肥、添加土壤改良剂改善土壤结构等均是简单有效的防治手段^[36]。另外,闲田时用地膜覆盖土壤并连续高温暴晒等方法也可以明显降低土层中枯萎病菌含量,可减轻枯萎病的发生。

3.2 生物防治

生防菌在可持续绿色农业中具有越来越重要的作用,目前用于植物病害防治的生防菌主要有木霉菌(*Trichoderma* spp.)、芽孢杆菌(*Bacillus*)、哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)和盾壳霉(*Coniothyrium minitans*)等。芽孢杆菌具有抑制多种病原菌的广谱能力,在生产上使用较为普遍^[37]。目前,常见的生防菌芽孢杆菌主要有解淀粉芽孢杆菌(*B. amyloliquefaciens*)、枯草芽孢杆菌(*B. subtilis*)和多粘芽孢杆菌(*B. polymyxa*)等^[38-39]。已有研究表明,芽孢杆菌发酵液复配蚯蚓堆肥浸提液具有良好的促根壮秧的作用,可有效减少枯萎病的发生。根际促生菌*B. velezensis* F21能增强西瓜对枯萎病的抗性,在大棚

和露地的防治效率分别为 80.35%和 65.81%^[40]。

3.3 化学防治

化学防治是枯萎病防治中最常用的方法,主要是通过药剂杀死病原菌从而达到减轻病害的目的,见效快、操作简单。目前,瓜类枯萎病多采用噁菌铜、多菌灵、噁霉灵、甲基硫菌灵等内吸性杀菌剂进行种子消毒,有研究表明,噁霉灵与溴菌晴混合复配剂对香蕉枯萎病有较好的防治效果^[41]。噁霉灵与多菌灵混合使用对土壤进行消毒处理,也可起到防治作用^[42]。张曼等^[43]发现,20%硅唑·咪鲜胺 EW、70%甲基硫菌灵 WP 和 25%多菌灵 WP 能很好地抑制镰刀菌菌丝的生长,抑菌率在 80%以上。目前生产上大面积推广的抗病品种较少,化学防治仍是目前防治枯萎病最常用的方法,但此种方法在农药使用不当时会对环境造成污染,破坏土壤,污染水质。

4 冬瓜枯萎病抗性种质资源鉴定与抗病育种

选用抗病品种是防治病害最有效的措施,而抗病冬瓜种质资源鉴定是抗病育种的重要基础和必要手段。目前,苗期人工接种鉴定被广泛用于瓜类枯萎病的抗性鉴定中,常用的接种方法有灌根法^[44]、浸根法^[45]、伤根法^[46]等,其中前 2 种方法接种菌量较容易控制,在实际操作中比较常见。谢大森等^[47]从不同来源的冬瓜材料中筛选出 2 个高抗枯萎病的材料,并发现抗病材料与防御酶之间有正相关。康德贤等^[9]在自然发病条件下,对来自国内外的 36 份冬瓜材料进行抗性鉴定,找到 7 份高抗种质,抗性强弱顺序依次为黑皮>粉皮>青皮。赵芹等^[48]以黑皮冬瓜为试材,根据 NBS 类抗病基因保守结构域设计简并引物,得到 19 个抗病同源序列。冬瓜种质资源的遗传背景狭窄,因而通过传统的图位克隆获得抗病基因难度较大。谢大森等^[49]利用 RAMP 技术,获得了与冬瓜枯萎病抗性连锁的分子标记,此标记可筛选携带有抗枯萎病基因的冬瓜种质。刘文睿等^[50]从冬瓜抗病材料基因组中分离获得 32 个特异抗病基因同源序列。目前市场上抗病品种主要有广东省农业科学院的铁柱冬瓜^[51]、墨宝^[52]等,湖南兴蔬种业有限公司的墨地龙^[53]、铁杆粉斯^[54]等,其中铁柱冬瓜在我国有较大的种植面积。

5 展望

冬瓜在瓜类蔬菜生产中占有重要地位,而冬瓜枯萎病严重威胁冬瓜的安全生产。今后应重点关

注抗病资源筛选、抗性基因定位、抗病机制解析和抗性品种选育等研究方向。一是加强抗病种质资源的筛选。抗病鉴定是评价冬瓜品种枯萎病抗性的基本手段,关键是提高抗性鉴定稳定性。目前,尚未见关于冬瓜枯萎病抗性评价的技术规范。由于枯萎病接种与发病受多因素影响,如菌株、温度、湿度等,明确菌株致病力,统一鉴定条件与标准的对照品种是当务之急。随着《第三次全国农作物种质资源收集与普查行动》的实施,我国收集到千余份各地冬瓜地方老品种,其中江西省收集并保存 101 份古老冬瓜种质资源^[55],目前尚未对这些地方冬瓜种质资源开展枯萎病抗性精准鉴定。表型鉴定在抗病育种中花费大量时间,提高枯萎病抗性表型鉴定效率也将是今后的重要研究方向。二是深入挖掘抗性基因。冬瓜枯萎病是多基因控制的性状,不同抗性资源种的抗性位点聚合可提高冬瓜枯萎病抗性。2019 年冬瓜全基因组测序已完成,以此为基础挖掘冬瓜种质资源中所携带的优异基因,结合表型组学、基因组学、蛋白组学等技术手段将优异种质资源转化为优异基因资源是加快冬瓜抗枯萎病育种进程、防治枯萎病的有效途径。三是选育多样化冬瓜品种。随着人民生活水平的提高和冬瓜种植面积的扩大,目前市场上对优质冬瓜新品种的需求日益增加,筛选抗病、耐高温、耐强光、耐湿的冬瓜新品种十分必要,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 周胜军,陈新娟,朱育强,等.我国冬瓜和节瓜种质资源的研究现状及建议[J].植物遗传资源学报,2014,15(1):211-214.
- [2] 谢玲玲,陈玲欢,倪向江,等.冬瓜栽培技术分类探讨[J].湖南农业科学,2020(12):101-104.
- [3] 谢大森,江彪,刘文睿,等.优质、抗病冬瓜多样化育种研究进展[J].广东农业科学,2020,47(11):50-59.
- [4] 何晓明,彭庆务,王敏,等.我国节瓜遗传育种研究进展[J].广东农业科学,2021,48(9):1-11.
- [5] 康德贤,陈振东,吴永官,等.冬瓜枯萎病病原鉴定及种质资源田间抗性评价[J].西南农业学报,2012,25(5):1698-1702.
- [6] ASHA B B, NAYAKA S C, SHANKAR A C U, et al. Biological control of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* causing wilt of tomato by *Pseudomonas fluorescens*[J]. International Journal of Microbiology Research, 2011, 3(2): 79-84.
- [7] BAAYEN R P, O'DONNELL K, BONANTS P, et al. Gene genealogies and AFLP analyses in the *Fusarium oxysporum* complex identify monophyletic and nonmonophyletic formae speciales causing wilt and rot disease[J]. Phytopathology, 2000, 90(8): 891-900.
- [8] MICHIESE C B, REP M. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*[J]. Molecular Plant Pathology, 2009, 10(3): 311-324.
- [9] 王泽华,方香玲.尖孢镰刀菌遗传多样性研究进展[J].中国草地学报,2021,43(5):106-114.

- [10] GERLAGH M, BLOK W J. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucurbitacearum* n. f. embracing all formae of *Fusarium oxysporum* attacking cucurbitaceous crops[J]. Netherlands Journal of Plant Pathology, 1988, 94(1): 17-31.
- [11] 孙妍芳, 李爱华. 尖孢镰刀菌冬瓜专化型鉴定初报[J]. 陕西农业科学, 1995, 41(5): 26-32.
- [12] 关峰, 万新建, 张景云, 等. 江西省苦瓜枯萎病菌的分离、鉴定及苦瓜种质抗性的评价[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(3): 476-484.
- [13] ZHOU X G, EVERTS K L. First report of the occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 in commercial watermelon production areas of maryland and delaware[J]. Plant Disease, 2001, 85(12): 1291.
- [14] BANIHASHEMI Z, DEZEEUW D J. A new physiologic race (race 4) of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*[J]. Iranian Journal of Agricultural Research, 2001(1): 41-47.
- [15] 曾永三, 孙伟, 梁关生, 等. 节瓜枯萎病病原鉴定及生物学特性研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2003, 16(1): 23-27.
- [16] 沈文渊. 瓜类枯萎病菌四种专化型的生物学特性及瓜类枯萎病生物防治研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2012.
- [17] LEVY L, CASTLEBURY A, CARRIS L M, et al. Internal transcribed spacer sequence-based phylogeny and polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism differentiation of *Tilletia walker* and *T. indica*[J]. Phytopathology, 2001, 91(10): 935-940.
- [18] 崔一平, 彭埃天, 宋晓兵, 等. 番石榴枯萎病病原菌的分离及分子生物学鉴定[J]. 植物保护学报, 2021, 48(2): 467-468.
- [19] DITA M, BARQUERO M, HECK D, et al. *Fusarium* wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management[J]. Frontiers in Plant Science, 2018, 9: 1468.
- [20] 关峰, 万新建, 张景云, 等. 苦瓜枯萎病研究进展[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(5): 1-4.
- [21] 李明远, 李兴红, 黄金宝, 等. 瓜类枯萎病及其防治[J]. 中国蔬菜, 2008(9): 57-60.
- [22] BERROCAL- LOBO M, MOLINA A. *Arabidopsis* defense response against *Fusarium oxysporum*[J]. Trends in Plant Science, 2008, 13(3): 145-150.
- [23] THATCHER L F, GAO L L, SINGH K B. Jasmonate signalling and defence responses in the model legume *Medicago truncatula*: A focus on responses to *Fusarium* wilt disease[J]. Plants-Basel, 2016, 5(1): 11.
- [24] 吕桂云, 张海英, 郭绍贵, 等. 寄主植物与枯萎病菌互作机理的研究进展[J]. 中国蔬菜, 2010(4): 1-7.
- [25] KING B C, WAXMAN K D, NENNI N V, et al. Arsenal of plant cell wall degrading enzymes reflects host preference among plant pathogenic fungi[J]. Biotechnology for Biofuels, 2011, 4(1): 4.
- [26] 杨侃侃, 刘晓虹, 陈宸, 等. 黄瓜枯萎病研究进展[J]. 湖南农业科学, 2019(6): 121-124.
- [27] 曾文青. 砧用冬瓜枯萎病抗性鉴定、转录组分析及嫁接适应性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2021.
- [28] BOUIZGARNE B, BRAULT M, PENNARUM A M, et al. Electrophysiological responses to fusaric acid of root hairs from seedlings of date palm-susceptible and-resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*[J]. Journal of Phytopathology, 2004, 152(6): 321-324.
- [29] 谢大森, 何晓明, 彭庆务, 等. 瓜类枯萎病发生机理研究进展[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2006, 19(3): 65-70.
- [30] ZHANG M, XU J H, LIU X F, et al. Characterization of the watermelon seedling infection process by *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*[J]. Plant Pathology, 2015, 64(5): 1076-1084.
- [31] MACE M E, BELL A A, BECKMAN C H, et al. Fungal wilt diseases of plants[M]. New York: Academic Press, 1981: 22-26.
- [32] 枚贵. 镰刀菌胁迫下冬瓜抗、感病株系果胶酶及果胶变化规律研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014.
- [33] 曹云娥, 吴庆, 张美君, 等. 瓜类枯萎病生防菌 WQ-6 的筛选鉴定、发酵工艺优化及防效研究[J]. 园艺学报, 2020, 47(6): 1072-1086.
- [34] 金扬秀, 谢关林, 孙祥良, 等. 大蒜轮作与瓜类枯萎病发病的关系[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2003, 21(1): 9-12.
- [35] 谢一琪, 牛玉, 刘子记, 等. 韭菜根系分泌物对苦瓜枯萎病菌的化感作用[J]. 热带作物学报, 2022, 43(1): 173-184.
- [36] REN L, SU S, YANG X, et al. Intercropping with aerobic rice suppressed *Fusarium* wilt in watermelon[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2008, 40(3): 834-844.
- [37] 王瑶, 赵月菊, 邢福国, 等. 禾谷镰刀菌拮抗菌株的筛选及鉴定[J]. 核农学报, 2017, 31(6): 1128-1136.
- [38] 陈香, 唐彤彤, 孙星, 等. 对黄瓜枯萎病具防效的海洋源芽孢杆菌 Y3F 的鉴定[J]. 微生物学通报, 2017, 44(10): 2370-2379.
- [39] 郝慧娟, 刘洪伟, 尹淑丽, 等. 枯草芽孢菌 BSD-2 的 GFP 标记及其在黄瓜上的定殖研究[J]. 华北农学报, 2016, 31(4): 106-111.
- [40] JIANG C H, YAO X F, MI D D, et al. Comparative transcriptome analysis reveals the biocontrol mechanism of *Bacillus velezensis* F21 against *Fusarium* wilt on watermelon[J]. Frontiers in Microbiology, 2019, 10: 652.
- [41] 许文耀, 吴刚. 噁霉灵与溴菌腈混配对香蕉枯萎病菌的抑制效果[J]. 植物保护学报, 2004, 31(1): 91-95.
- [42] 杨长成, 庄敬华, 高增贵, 等. 恶霉灵与多菌灵对甜瓜枯萎病的防治效果[J]. 北方园艺, 2010(7): 151-153.
- [43] 张曼, 钱芳, 徐锦华, 等. 葫芦砧木萎蔫病原镰刀菌鉴定及其防治药剂的筛选[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 232-236.
- [44] 董京萍, 齐晓花, 徐强, 等. 黄瓜枯萎病菌分离鉴定及品种抗性差异分析[J]. 分子植物育种, 2017, 15(9): 3648-3653.
- [45] 关峰, 万新建, 张景云, 等. 苦瓜种质资源遗传多样性分析及抗枯萎病种质筛选[J]. 南方农业学报, 2022, 53(3): 585-595.
- [46] 陈渝文, 赵荣莹, 沈慕洁, 等. 甜瓜抗枯萎病的遗传分析[J]. 分子植物育种, 2022, 20(12): 4044-4050.
- [47] 谢大森, 柯剑, 何晓明, 等. 多抗冬瓜材料的获得及其生理变化规律初步研究[J]. 热带作物学报, 2011, 32(9): 1665-1668.
- [48] 赵芹, 谢大森, 何晓明, 等. 黑皮冬瓜 NBS 类抗病基因同源序列克隆与分析[J]. 热带作物学报, 2014, 35(10): 2071-2077.
- [49] 谢大森, 何晓明, 彭庆务, 等. 与冬瓜枯萎病抗性连锁的 RAMP 标记的筛选及其运用[J]. 分子植物育种, 2009, 7(5): 928-933.
- [50] 刘文睿, 江彪, 彭庆务, 等. 冬瓜抗病基因同源序列的克隆及分析[J]. 分子植物育种, 2016, 14(7): 1678-1683.
- [51] 谢大森, 江彪, 刘文睿, 等. 冬瓜新品种‘铁柱 2 号’[J]. 园艺学报, 2017, 44(8): 1625-1626.
- [52] 刘文睿, 谢大森, 江彪, 等. 冬瓜新品种‘墨宝’[J]. 园艺学报, 2021, 48(5): 1049-1050.
- [53] 周火强, 弭宝彬, 蒋宏华, 等. 特大黑皮冬瓜新品种墨地龙的选育[J]. 中国蔬菜, 2016(12): 58-60.
- [54] 周火强, 弭宝彬, 谭放军, 等. 耐贮藏条形粉皮冬瓜新品种铁杆粉斯的选育[J]. 长江蔬菜, 2017(16): 33-35.
- [55] 关峰, 石博, 万新建, 等. 江西省地方冬瓜种质资源表型性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2022, 23(2): 385-397.