

# 甘肃辣椒育种工作现状及发展建议

王兰兰

(甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 从育种目标、种质资源创新、育种技术研究等方面概述了甘肃辣椒育种现状。从种质资源搜集及创新利用研究不够, 科研经费投入不足, 育种手段落后, 育种目标单一等方面分析了甘肃辣椒育种存在的主要问题。提出了根据市场需求变化及时调整育种目标, 加强种质资源广泛搜集和整理创新, 加强新技术在辣椒育种方面的应用研究, 政府、企业要加大科研经费投入, 形成多元的投入机制等发展建议。

**关键词:** 辣椒; 育种; 甘肃; 现状; 建议

**中图分类号:** S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0074-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.020

辣椒既是一种重要蔬菜, 又是重要的调味品。甘肃大部分地区光热资源丰富, 昼夜温差大, 污染程度低, 有利于优质辣椒的生产。甘肃辣椒播种面积达 5.3 万  $\text{hm}^2$ , 其中干制辣椒面积达 1.4 万  $\text{hm}^2$ 。形成了主要以鲜食的皱皮羊角形品种为主, 以干制、脱

水、制酱、提取红色素等加工品种为辅的快速发展局面。辣椒种植比较效益高, 见效快, 已成为促进甘肃农村经济发展, 增加农民收入的优势产业。生产的需求促使一批机构持续开展了辣椒种质资源研究及新品种选育工作, 并育成了一批支撑辣椒产业高效、

**收稿日期:** 2021-01-20

**基金项目:** 国家重点研发计划项目(2017YFD0101900)。

**作者简介:** 王兰兰(1962—), 女, 陕西岐山人, 研究员, 主要从事辣椒新品种选育工作。Email: lanlwang.126.com。

## 11.2 管理

第2年、第3年重点任务仍为覆盖带除草。杂草严重的地块及时进行化学除草。对种植带管理的重点是施肥和局部旋耕, 将肥料足量撒施或条施于种植带, 旋耕机两边旋刀取下, 轮压覆盖带进行局部耕翻。其他管理与第1年相同。

## 11.3 秸秆粉碎还田

轮作第3年, 作物收获后用深松机垂直覆盖带作业, 将秸秆打碎, 深翻土壤中, 以增加有机质, 改善土壤疏松度。

## 参考文献:

[1] 史广亮, 李敏权, 姜延军, 等. 全膜双垄沟播玉米田间杂草防除技术规程[J]. 甘肃农业科技, 2014(2): 61-62.

[2] 路春光, 罗志恒, 郭满平. 五种杀菌剂对大豆霜霉病的防效初报[J]. 甘肃农业科技, 2017(3): 45-47.

[3] 闫天兆. 环县玉米套种白瓜籽全膜双垄沟播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2012(5): 52-53.

[4] 刘生瑞. 环县推广全膜双垄沟播技术的成效及建议[J]. 甘肃农业科技, 2011(5): 48-50.

[5] 窦维耀. 环县一膜两年用大豆栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2012(2): 46-47.

[6] 郭满平. 环县大豆全膜双垄沟播丰产栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2009(1): 55-56.

[7] 范荣, 刘生瑞, 刘丰渊. 环县大豆全膜垄作膜侧栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2015(5): 44-45.

(本文责编: 杨杰)

稳定发展的新品种。

## 1 育种工作现状

### 1.1 主要育种机构及其育种目标

甘肃境内持续开展辣椒新品种选育的机构主要分布在省、市两级农业科研院所，省内部分企业也开展了零星的引种、育种工作。持续开展种质资源研究与新品种育种，并发布系列品种的机构主要有甘肃省农业科学院蔬菜研究所(陇椒系列)、天水市农业科学研究所(天椒系列)、天水神舟绿鹏农业科技有限公司等(航椒系列)、平凉市农业科学研究所(平椒系列)、兰州市农业科学研究所(现名为兰州市农业科技研究推广中心，兰椒系列)等。

20 世纪 80 年代以前，甘肃的鲜食羊角椒、甜椒、线椒和加工型羊角椒均以露地栽培为主，品种基本为常规种，商品化程度较低。鲜食羊角椒的主要特点是羊角形，果面有皱折，果皮较薄，品质好，以地方品种猪大肠和兰州大羊角等为主。甜椒品种为茄门，鲜食和加工兼用，加工主要生产脱水红椒和青椒片。线辣椒鲜食和干制兼用，干制产品主要有辣椒面、丝、丁、片、油等产品，主要分布在天水、庆阳地区。加工型羊角椒品种主要有美国红等，主要分布在河西走廊的永昌县和民勤县等地，主要用于制酱及提取红色素等。

随着人民生活水平的提高，对辣椒周年生产、周年供应的要求也越来越高，这些符合当地消费习惯的地方品种，由于农户长期以来自己留种而品种退化混杂严重，抗病性差、产量低，已经不能满足生产发展的需求，甚至成为限制保护地生产发展的主要因素。进入 20 世纪 90 年代，随着辣椒保护地栽培得到迅猛发展，保护地连作对品种的抗逆性要求越来越高。在这个背景下，省内各育种机构根据当地生产需求和自身条件、资源优势开展不同方向的育种工作。

1990 年甘肃省农业科学院蔬菜研究所成立了辣椒育种课题组，着手开展辣椒种质资源研究及新品种选育。在前期大量市场调研的基础上，针对西北地区的消费习惯和市场需求，结合自身条件和资源优势，扬长避短，开展了新品种选育工作。最初的育种目标是皱皮羊角形，品质好，连续坐果性强，产量高，抗病性强，鲜食型杂交种<sup>[1-2]</sup>。之后，随着辣椒市场需求的不断变化和区域气候、栽培设施、自然条件、消费习惯等的变化，从品质、抗病、耐低温寡照等方面开展了创新研究工作<sup>[3]</sup>。另外，为了确保辣椒杂交种制种纯度，降低制种成本，进一步开展了辣椒三系配套品种的选育工作<sup>[4-11]</sup>。

1986 年天水市农业科学研究所主要开展了线辣椒新品种的选育工作。针对天水市及其周边地区是甘肃线辣椒的传统优势产区，线辣椒在当地既是主要蔬菜又是干制原料，而且栽培面积较大的实际，紧盯市场需求及生产中存在的问题，确定的线辣椒育种目标是抗病、优质、味辣，果形符合当地消费习惯<sup>[12]</sup>。2000 年天水神舟绿鹏农业科技有限公司通过神舟三号搭载地方品种，利用太空诱变创制育种材料，开展了育种目标为优质、高产、抗病的羊角、牛角及线辣椒品种的选育工作<sup>[13]</sup>。

1997 年平凉市农业科学研究所开始配制了牛角形、羊角形和鲜干兼用型辣椒新品种<sup>[14-19]</sup>。1995 年兰州市农业科学研究所开始了羊角形辣椒新品种的选育工作<sup>[20-24]</sup>。2010 年甘肃省酒泉市农业科学研究院也开展了彩色甜椒育种工作<sup>[25]</sup>。另外，省内一些企业也开展了辣椒新品种的选育工作。

### 1.2 种质资源创新研究

没有突破性的种质资源，就不会选育出突破性的品种。种质资源是基因库，只有拥有丰富、多样性的种质资源，同时结合大量的育种工作，才能选育出符合育种目标的品

种。甘肃东西狭长,地理位置决定了域内气候多样和各地的不同消费习惯,一方面造就了特殊的辣椒种质资源,另一方面使得区域内辣椒种质资源的相对匮乏、单一。甘肃省农业科学院蔬菜研究所在种质资源搜集保存创新利用研究方面,通过国家“六五”、“七五”、“八五”攻关,在甘肃共搜集到辣椒地方品种资源 40 余份,之后,相继开展了抗性鉴定、辐射育种、雄性不育系转育以及辣椒三系配套新品种选育等工作。

在广泛搜集辣椒种质资源的基础上,甘肃省农业科学院蔬菜研究所开展了辣椒种质资源的整理、保存和创新利用研究工作。目前,已搜集到国内外辣椒种质资源 800 多份,筛选出辣椒优良自交系 500 多份。发现并选育出辣椒胞质雄性不育系 8A 和保持系 8B<sup>[4]</sup>,并开展了恢复系的选育和将不育基因转育到皱皮羊角形种质资源中的研究工作<sup>[5-6]</sup>。开展了辣椒种质资源苗期人工接种抗疫病鉴定<sup>[26]</sup>和辣椒品种耐寒性鉴定筛选工作,筛选出较抗疫病的材料 2 份。耐寒性较强辣椒品种 4 个<sup>[27]</sup>。通过钴<sup>60</sup>γ射线照射辣椒干种子,开展了辐射诱变创制辣椒新种质资源的研究工作<sup>[28]</sup>。天水市农业科学研究所利用韩国辣椒品种探将 F<sub>2</sub> 中的不育株育成辣椒核质互作雄性不育系 46A<sup>[29]</sup>。天水神舟绿鹏农业科技有限公司通过飞船搭载地方品种天水羊角椒、甘农线椒种子,获得一批太空诱变的优良自交系,利用选育的自交系配制成辣椒一代杂种航椒 3 号、鲜干兼用型辣椒一代杂种航椒 4 号等品种<sup>[30-31]</sup>。种质资源创新及新自交系的选育,为品种选育打下了良好的基础。

### 1.3 育种技术研究

1.3.1 性状遗传研究 通过对辣椒苗期的茎粗、株高、生长率、叶数、每周叶产量、侧根数、地上部鲜重、地上部干重、根鲜重、根干重、单株产量等性状与超亲优势、产量间的

相关性研究,确定了地上部干重和根干重 2 个性状可作为辣椒苗期杂种优势预测的参考指标<sup>[32]</sup>。通过辣椒始花节位、始花期、果实发育速度、早期单果重、单株早期结果数、单株早期产量、单株总产量等主要早熟性状的相关及遗传研究,确定了辣椒开花期和早期单果重可以用作早期产量选择的间接指标<sup>[33]</sup>。通过灰色关联分析法分析始花节位、始花期、果长、果宽、平均单果重、单株结果数、果实发育速度、株高、株幅、早期产量及总产量关联度,确定了单果重和果实发育速度 2 个性状,可作为早期产量选择的参考指标;单果重、早期产量和单株结果数 3 个性状,可作为总产量早期选择的参考指标<sup>[34]</sup>。

1.3.2 耐寒耐弱光鉴定方法研究 通过辣椒发芽期及苗期抗寒指标的测定,建立快速、简便的抗寒方程  $Y = -47.88 + 0.513 4 \times X_2 + 0.972 2 \times X_3$  ( $X_2$  为 18℃ 下的种子发芽势,  $X_3$  为 18℃ 下的种子发芽率)。通过 Y 值的大小可以初步判断辣椒品种的耐寒性<sup>[35]</sup>。辣椒植株弱光处理后,叶面积变大,植株增高,茎粗变细,叶干重降低,产量降低,叶绿素 a/b 值下降。产量降低是植株利用光的能力减弱,叶绿素 a/b 值下降,叶片光合作用能力下降,合成有机物减少。叶绿素 a/b 的变化幅度与产量的变化趋势一致,因此,叶绿素 a/b 值可作为品种耐弱光能力的鉴定指标<sup>[36]</sup>。低温弱光处理辣椒叶片,叶绿素荧光参数可用于快速、准确、无损伤鉴定辣椒耐低温弱光性<sup>[37-38]</sup>。

1.3.3 分子标记辅助育种技术研究 以辣椒胞质雄性不育系 8A 及其保持系 8B 为材料,通过 RAPD 标记对辣椒胞质雄性不育基因组 DNA 及其保持系基因组 DNA 进行比较分析,获得了与不育基因连锁的 RAPD 标记 BH19-S900,并转化为更为简单稳定的 SCAR 标记 SS730,可进行不育植株的快速筛选<sup>[39]</sup>;获得了与保持基因连锁的 RAPD

标记 H7-F850。将 H7-F850 转化为 SCAR 标记 SF640, 可进行保持系植株的快速筛选<sup>[40]</sup>。利用 QTL Ici Mapping 作图软件构建辣椒种内分子遗传图谱, 共鉴定到与辣椒胞质雄性不育恢复性相关的 2 个主效 QTL 和 7 个微效 QTL。2 个主效 QTL 的遗传率高达 92.58%, 7 个微效 QTLs 中, 3 个主要加性效应, 4 个显性效应。通过研究进一步了解了辣椒胞质雄性不育育性恢复的调控机制, 同时为开发辣椒胞质雄性不育恢复性的分子标记奠定基础<sup>[41]</sup>。

1.3.4 抗病性鉴定 辣椒苗期叶片中过氧化物酶活性与疫病抗病性呈负相关, 多酚氧化酶活性与疫病抗病性呈正相关<sup>[42-43]</sup>。将甘肃省辣椒病毒病症状归纳为轻花叶型(Lm)、重花叶型(Sm)、丛簇矮化型(Stu)、脉坏死型(Vn)和顶枯型(Tn) 5 种类型。其中以轻花叶型、重花叶型和丛簇矮化型症状发生较普遍<sup>[44]</sup>, 并对甘肃省农业科学院所在地兰州市安宁区辣椒病毒病病原种类进行了检测<sup>[45]</sup>, 确定辣椒病毒病病原为番茄斑驳花叶病毒<sup>[46]</sup>。

## 2 存在的问题

### 2.1 种质资源搜集及创新利用研究不够

目前, 甘肃生产中主要应用的鲜食辣椒品种是皱皮羊角形, 主要干制品种是七寸红类型的线椒品种以及短羊角形的品种美国红。目前育成品种最多、面积最大的品种类型为皱皮羊角形品种, 该类型品种虽然皮薄、纤维少、品质好, 符合当地的消费习惯的优点鲜明, 但育成的品种抗病基因单一、遗传背景较窄导致的产量不高、抗病性差等缺点也比较明显。育种工作主要集中在品种选育方面, 对抗辣椒疫病、根腐病、白粉病和病毒病等种质资源的搜集、整理、鉴定、创新等研究严重不足。

### 2.2 科研经费投入不足, 育种手段落后

育种工作是一项长期连续性工作, 需要

稳定持续的科研队伍和经费支持。从公开发表的品种和发表的文献看, 持续、深入开展种质资源创新的机构基本集中在省市级农业科研院所, 企业持续投入严重不足。即使目前开展育种工作的科研院所, 也普遍面临着育种项目上题立项困难、科研队伍不稳定、育种手段落后的问题, 只能以其他项目养育种项目, 维持田间的工作。开展种质资源创新、抗病性和耐低温耐弱光性筛选、品质测定等基础研究的较少。将生物辅助育种技术运用于辣椒种质资源创新、性状改良、优异基因的聚合等方面的研究更少。科研经费投入不足和育种手段落后, 使育种工作长期处于低水平重复, 限制了常规育种与分子育种紧密结合, 育种效率低, 育种水平不高。

### 2.3 育种目标单一

目前甘肃境内的育种机构把育种目标主要集中在高产、皱皮羊角形品种方面, 对品种的抗逆性等关注的较少, 品种类型比较单一, 不能满足生产需求。近年来, 甘肃干制辣椒发展速度比较快, 面积逐年增加, 2020 年达 1.4 万  $\text{hm}^2$ , 而目前几乎没有自己选育的品种, 干制品种的选育严重滞后于生产。

## 3 几点建议

### 3.1 广泛搜集种质资源

种质资源是育种工作的基础, 没有突破性的种质资源就没有突破性的品种。甘肃辣椒种质资源类型单一, 存量不足, 遗传背景狭窄, 很大程度上限制辣椒育种水平的提高及品种的更新换代。应积极着手广泛开展国内外种质资源的搜集、引进、鉴定、评价和利用工作, 同时通过杂交转育、单倍体育种、辐射育种、航天育种等方法, 开展对现有种植资源的创新利用工作。

### 3.2 根据市场调整育种目标

育种工作者要深入生产一线, 及时了解辣椒生产中存在的问题和市场需求, 开展不同类型的品种选育工作, 根据市场及时调整

育种目标,满足不同区域生产和消费市场的需求。从目前甘肃辣椒市场的需求来看,保护地仍以鲜食羊角椒为主,品种选育要突出抗病性、耐低温弱光性、品质、商品性及产量等。干制辣椒品种以露地种植为主,有些偏远山区没有灌溉条件,因此要突出品种的耐旱性、抗病性、产量等。同时要开展如提取辣红素、辣椒素、制酱等专用品种的选育。

### 3.3 加强育种技术研究

目前甘肃辣椒育种手段仍以杂交育种为主,育种周期长效率低。要加强生物技术在辣椒育种上的应用研究,提高育种工作效率和知识产权保护水平。加强分子标记辅助育种、抗病性鉴定新方法等新技术的研究应用,提高育种效率和育种水平。甘肃辣椒的主要病害是辣椒疫病、根腐病、白粉病和病毒病等,药剂防治成本高,对生态环境危害大,食品安全问题社会关注度高,如果改变传统的育种技术路线,从发病重的地区采样分离鉴定病原菌,再经过人工接种鉴定筛选出高抗材料,利用这些高抗材料作亲本培育抗病品种将会事半功倍。

### 3.4 加大科研经费投入

育种工作作为一项长期、持续性的公益事业,需要政府、企业持续稳定的经费支持和人员投入,没有长期的工作积累就不会有突破性的品种。政府应在项目设计中把育种工作纳入计划,给予持续稳定的经费支持。同时育种工作者也要积极走向市场,走进生产一线,多方拓宽经费来源渠道,改善育种科研条件和手段,以市场需求和生产实际确定育种目标,充分发挥科研院所的人才、资源优势 and 种子企业的市场、资金优势,加大合作创新力度,让市场反哺育种,形成多元的投入机制,使育种工作走向良性循环。

#### 参考文献:

[1] 王兰兰,程 鸿,徐 真,等.辣椒新品种

陇椒 1 号[J].中国蔬菜,1998(1):19-20.

- [2] 王兰兰,程 鸿,陈灵芝.辣椒新品种陇椒 2 号的选育[J].中国蔬菜,2001(3):26-27.
- [3] 王兰兰,程 鸿,陈灵芝.辣椒新品种陇椒 3 号的选育[J].中国蔬菜,2005(Z1):56-57.
- [4] 王兰兰.辣椒雄性不育系的选育研究[J].甘肃农业科技,1998(1):24-25.
- [5] 魏兵强,王兰兰,陈灵芝.辣椒胞质雄性不育转育模式的探讨[J].种子,2008(9):96-97.
- [6] 王兰兰,魏兵强,陈灵芝.辣椒胞质雄性不育系 8A 恢复系的筛选[J].中国蔬菜,2010(6):77-79.
- [7] 魏兵强,王兰兰,陈灵芝,等.辣椒不育系制种与可育系制种相关性状的比较研究[J].长江蔬菜,2011(24):10-11.
- [8] 王兰兰,魏兵强,陈灵芝,等.辣椒雄性不育恢复系的筛选研究[J].甘肃农业科技,2012(1):5-7.
- [9] 魏兵强,王兰兰,陈灵芝,等.辣椒胞质雄性不育恢复性的主基因+多基因混合遗传分析[J].园艺学报,2013,40(11):2263-2268.
- [10] 王兰兰,魏兵强,陈灵芝,等.辣椒胞质雄性不育三系配套制种技术研究[J].北方园艺,2013(8):53-54.
- [11] 王兰兰,魏兵强,陈灵芝,等.辣椒雄性不育系 2A 的选育[J].甘肃农业科技,2018(9):15-17.
- [12] 牛尔卓,瞿淑勤.天椒 1 号辣椒的选育[J].中国蔬菜,1995(1):15-16.
- [13] 霍建泰,张廷纲,包文生,等.辣椒新品种‘航椒 1 号’[J].园艺学报,2007(3):799.
- [14] 李广学,何志兰,周锁奎,等.辣椒新品种平椒 1 号的选育[J].中国农业信息,2008(9):26-27.
- [15] 李广学,何志兰,周锁奎,等.辣椒新品种平椒 2 号的选育[J].中国种业,2006(12):54.
- [16] 李广学,周锁奎,何志成,等.辣椒新品种平椒 5 号的选育[J].中国蔬菜,2008(10):35-36;65.
- [17] 何志兰.辣椒新品种平椒 3 号的选育[J].

- 辣椒杂志, 2006(3): 14-16.
- [18] 刘海宏, 李喜娥, 刘赵帆, 等. 鲜干兼用型辣椒新品种平椒7号的选育[J]. 蔬菜, 2017(1): 76-79.
- [19] 李广学, 刘海宏, 刘赵帆, 等. 辣椒新品种平椒8号的选育[J]. 中国蔬菜, 2016(6): 79-81.
- [20] 井彩巧, 王秀珍, 庄健. 辣椒新品种——兰椒1号[J]. 甘肃农业科技, 1996(5): 17.
- [21] 井彩巧. 辣椒新品种兰椒3号的选育[J]. 中国蔬菜, 2005(12): 43-44.
- [22] 唐大为, 景彩虹, 负文俊, 等. 辣椒新品种兰椒5号的选育[J]. 中国蔬菜, 2017(8): 78-80.
- [23] 唐大为, 滕汉玮, 景彩虹, 等. 辣椒新品种“兰椒7号”的选育[J]. 北方园艺, 2017(18): 208-210.
- [24] 井彩巧, 王秀珍, 庄健. 甜椒新品种——兰椒2号[J]. 中国蔬菜, 1996(4): 48.
- [25] 朱新明, 冯涛, 汪来田, 等. 橘色甜椒新品种酒椒1号的选育[J]. 中国蔬菜, 2016(12): 67-69.
- [26] 王兰兰, 程鸿. 辣椒苗期抗疫病鉴定及抗性机制的研究[J]. 甘肃农业科技, 1996(3): 37-39.
- [27] 王兰兰. 辣椒不同品种耐寒性鉴定[J]. 北方园艺, 1998(5): 5-6.
- [28] 王兰兰, 陈灵芝, 程鸿. 辣椒钴<sup>60</sup>γ辐射突变体的筛选及利用研究[J]. 北方园艺, 2008(5): 45-46.
- [29] 逯建平, 霍建泰. 辣椒核质互作雄性不育系46A选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2017(4): 25-28.
- [30] 张廷纲, 霍建泰, 袁辉, 等. 辣椒新品种航椒3号的选育[J]. 辣椒杂志, 2006(2): 12-15.
- [31] 霍建泰, 危金彬, 李想荣, 等. 鲜干兼用型辣椒航椒4号[J]. 中国蔬菜, 2008(6): 62.
- [32] 侯金珠, 王兰兰. 辣椒苗期性状杂种优势的预测及相关性和配合力分析[J]. 北方园艺, 2009(8): 12-15.
- [33] 王兰兰, 徐真. 辣椒主要早熟性状间相关及遗传分析[J]. 甘肃农业科技, 1995(6): 16-17.
- [34] 王兰兰. 构成辣椒产量几个数量性状的灰色关联分析[J]. 甘肃农业科技, 1999(1): 23-24.
- [35] 张茹, 王兰兰, 陈灵芝. 耐低温辣椒种质资源的快速筛选[J]. 甘肃农业科技, 2020(4): 24-27.
- [36] 王兰兰. 弱光处理对辣椒植株形态及生理指标的影响[J]. 甘肃农业科技, 2004(5): 30-32.
- [37] 颌敏华, 颌建明, 郁继华, 等. 弱光下辣椒光合色素的变化及其与品种耐性的关系[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2008(2): 53-57; 62.
- [38] 颌建明, 郁继华, 黄高宝, 等. 低温弱光下辣椒叶片PSII光能吸收和转换变化及与品种耐性的关系[J]. 中国农业科学, 2011, 44(9): 1855-1862.
- [39] 魏兵强, 王兰兰, 陈灵芝. 辣椒胞质雄性不育基因的分子标记[J]. 西北农业学报, 2010, 19(10): 166-168.
- [40] 魏兵强, 王兰兰, 陈灵芝, 等. 辣椒胞质雄性不育保持基因的分子标记[J]. 西北植物学报, 2010, 30(9): 1755-1759.
- [41] 魏兵强, 王兰兰, 张茹, 等. 辣椒胞质雄性不育主效恢复性的QTL定位[J]. 农业生物技术学报, 2017, 25(1): 43-49.
- [42] 王兰兰, 程鸿. 辣椒苗期抗疫病鉴定及抗性机制的研究[J]. 甘肃农业科技, 1996(3): 37-39.
- [43] 王兰兰, 王鸣. 辣椒种质资源苗期枯萎病抗性研究[J]. 园艺学报, 1991(2): 153-158.
- [44] 徐秉良, 李敏权, 郁继华. 甘肃省辣椒病毒病的发生与症状类型[J]. 甘肃农业科技, 2002(2): 42-44.
- [45] 陈灵芝, 张茹, 魏兵强, 等. 辣椒病毒病病原种类检测初报[J]. 甘肃农业科技, 2017(11): 17-19.
- [46] 陈灵芝, 张茹, 魏兵强, 等. 辣椒ToM-MV的分子鉴定[J]. 中国蔬菜, 2018(6): 39-43.

(本文责编: 杨杰)