

14个番茄品种对番茄潜叶蛾的抗性评价

刘月英, 罗进仓, 周昭旭, 张美娇, 魏玉红, 袁伟宁

(甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 番茄潜叶蛾是近年来传入甘肃省的具有重大危害性的入侵害虫。通过探究不同番茄品种对番茄潜叶蛾的抗性差异, 筛选抗性基因, 为番茄潜叶蛾的综合治理、番茄的抗性育种提供科学的参考依据。在田间封闭式大棚内将14个番茄品种按正交拉丁方I排列法进行种植, 待番茄植株发育至生长拔节期在大棚内均匀放置番茄潜叶蛾的成虫和蛹进行人工自然感虫, 调查番茄潜叶蛾在不同番茄品种上的自然为害情况。结果表明, 14个番茄品种中, 樱桃番茄品种秦番小皇后和秦蔬仙子对番茄潜叶蛾表现出一定的抗性(R), 虫情指数均低于25%, 蛀果率均低于20%, 其余品种抗虫能力均较弱, 表现为感虫(S)或高感(HS)。

关键词: 番茄; 番茄潜叶蛾; 抗性; 虫情指数

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)02-0177-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2025.02.014

Evaluation of Resistance of 14 Tomato Varieties to *Tuta absoluta* (Meyrick)

LIU Yueying, LUO Jincang, ZHOU Zhaoxü, ZHANG Meijiao, WEI Yuhong, YUAN Weining

(Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Tomato leaf miner [*Tuta absoluta* (Meyrick)] was invasive pest of great harm introduced into Gansu Province in recent years. In order to explore the differences in insect resistance of different tomato cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) and screen resistance genes, 14 tomato varieties were planted in closed greenhouses in the field according to the orthogonal Latin square I. When tomato plants developed to the growth stage, adults and pupae of *Tuta absoluta* were evenly placed in the greenhouse for artificial natural insect infection, then to investigate the damage of *Tuta absoluta* in different varieties. Results showed that only Xiaohuanghou and Qinshuxianzi both showed some resistance (R) to *Tuta absoluta*, their pest damage indexes were lower than 25%, their fruit-boring rates were lower than 20%, the pest resistances of other tomato varieties were weak, and all of them showed susceptibility (S) or high susceptibility (HS).

Key words: Tomato; *Tuta absoluta*; Insect resistance (plant); Pest damage index

番茄潜叶蛾(*Tuta absoluta* Meyrick)隶属于鳞翅目(Lepidoptera)麦蛾科(Gelechiidae)戈麦蛾族(Gnorimoschemini)茄麦蛾属(*Phthorimaea*), 又名南美番茄潜叶蛾、番茄潜麦蛾、番茄麦蛾^[1-2], 是近年来传入甘肃省的具有重大危害性的入侵害虫。番茄潜叶蛾原产于南美洲^[3], 随着全球一体化, 世界贸易交流的频繁, 目前该虫已成功入侵五大洲一百多个国家和地区^[4-8]。我国自2017年在新疆伊犁首次发现番茄潜叶蛾以来, 目前已在云南、贵州、四川、重庆、广西、湖南、江西、陕西等

20多个省(区、市)发生^[9-12]。根据甘肃省农业科学院植物保护研究所番茄潜叶蛾课题组近年来对该虫持续的调查研究, 发现该虫2021年传入甘肃省永靖县, 2022年已在酒泉、张掖、武威、兰州等地发现, 目前番茄潜叶蛾在甘肃兰州以西发生普遍, 发生面积占调查面积的83.2%, 虫田率占53.8%, 温室发生程度略重于露地, 严重时番茄可减产50%~80%, 甚至绝产绝收。

番茄潜叶蛾除喜食茄科植物, 还可取食马铃薯、茄子、人参果、烟草、龙葵、田旋花等植物,

收稿日期: 2024-07-03; 修订日期: 2024-12-01

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1400202); 甘肃省科技计划(重点研发计划-农业类)(23YFNA0004); 国家重点研发计划(2021YFD1400203-4); 甘肃省农业科学院重点研发(2022GAAS44)。

作者简介: 刘月英(1973—), 女, 江苏新沂人, 副研究员, 主要从事害虫综合防治研究工作。Email: 1633218301@qq.com。

通信作者: 罗进仓(1964—), 男, 甘肃天水人, 研究员, 主要从事害虫综合防治研究工作。Email: jincang1964@sohu.com。

寄主植物多达 11 科 50 种^[9, 13-14], 对番茄等作物的生产带来极大威胁。由于番茄潜叶蛾具有寄主范围广泛、抗逆性及适应力强、化蛹及幼虫钻蛀取食方式多样、隐蔽性强、产卵量大、世代重叠严重等特性, 致使防治非常困难, 而传统化防面临抗药性及残留突出的问题, 故而培育和种植番茄抗性品种是一种重要的防控措施。本研究通过对甘肃当地栽植的具有不同性状的番茄作物人工自然感虫后的发生为害情况进行调查, 探究不同番茄品种对番茄潜叶蛾的抗性差异, 寻求适应本地种植的抗性品种, 以期对番茄潜叶蛾的综合治理和番茄的抗性育种提供理论依据和种质资源储备。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2022 年 5—7 月在甘肃省白银市靖远县番茄种植大棚内连叶片采集番茄潜叶蛾幼虫, 带回室内用番茄植株(金红低架王, 有限生长、株型低矮、叶片宽大繁茂, 适于番茄潜叶蛾室内的饲养繁殖)在养虫纱笼(26±0.5)℃中饲养繁殖, 试验前收集成虫和蛹, 用于释放接虫。参试番茄品种选取甘肃当地种植的具有不同性状的 14 个品种, 基本性状见表 1。

1.2 试验方法

试验地设在位于甘肃省兰州市安宁区的甘肃省农业科学院植物保护研究所兰州试验基地(东经 103° 41' 11"、北纬 36° 6' 10", 海拔 1 539 m)。于 2023 年 3 月下旬将参试的 14 个番茄品种幼苗按正交拉丁方 I 排列法在田间封闭式(防虫网覆盖封

闭)大棚内进行覆膜栽植^[15], 株行距为 60 cm×75 cm, 重复 3 次, 待番茄植株发育至生长拔节期, 在大棚内等距离的 7 行上每行间隔 7 m 设 3 个点, 每点放置 15 头番茄潜叶蛾的成虫和蛹进行人工自然感虫, 然后调查统计不同番茄品种的虫情指数、蛀果率及平均蛀孔数, 以此作为番茄抗性品种筛选评价指标。不同品种番茄植株的田间管理措施一致, 期间结合灌水追施尿素 90 kg/hm², 整个生长期不施用任何农药, 根据番茄潜叶蛾的田间自然发生为害情况鉴定不同番茄品种的抗虫性。

1.3 调查项目及方法

1.3.1 虫情指数 调查时间为 2023 年 7 月初至 8 月末, 即番茄果实膨大成熟期。每个品种调查不同方位的 14 株植株, 每株按东南西北 4 个方向进行调查, 每个方向按上中下随机选取 3 个枝条, 调查其上叶片的受害情况, 重复 3 次。按叶片受害后的受害面积占叶片总面积的百分比(D)划分为 0 级, D=0; 1 级, 0<D≤5%; 2 级, 5%<D≤10%; 3 级, 10%<D≤30%; 4 级, 30%<D≤60%; 5 级, 60%<D≤100%。计算叶片虫情指数(DI)。

虫情指数 = $\frac{[\sum(\text{各级} \text{ 蛾害} \text{ 叶数} \times \text{各级} \text{ 级别})]}{(\text{调查} \text{ 叶片} \text{ 总数} \times \text{最高} \text{ 级别})} \times 100\%$

1.3.2 蛀果率和平均蛀孔数 番茄潜叶蛾幼虫钻蛀番茄果实后, 会有明显的蛀食孔, 检查统计每个番茄品种果实上的蛀孔数, 以此作为果实受害的依据, 每个品种调查处于不同方位的 14 株植株, 重复 3 次, 计算番茄潜叶蛾对每个番茄品种果实的蛀果率及平均蛀孔数, 作为不同番茄品种抗性评价的依据。

表 1 14 个番茄品种的基本性状

类型	品种	类别	生长习性	果实性状				生产单位
				熟性	果色	果形	大小	
樱桃番茄品种	甜蜜80	杂交	无限	早熟	亮红	椭圆	小果	西安市临潼区栎阳丰农蔬菜种苗研究所
	红珍珠	常规	无限	早熟	红	圆	小果	酒泉市春旺农业开发有限责任公司
	甜蜜一号	杂交	无限	早熟	大红	椭圆	小果	寿光南澳绿亨农业有限公司
	秦蔬仙子	杂交	无限	早熟	大红	椭圆	小果	西安秦蔬农业有限公司
	金沙	杂交	无限	早熟	亮黄	长椭圆	小果	寿光南澳绿亨农业有限公司
蔬食番茄品种	秦番小皇后	杂交	无限	早熟	深黄	短椭圆	小果	西安秦蔬农业有限公司
	北番5号	杂交	无限	早熟	粉红	高圆	中大果	北京市京番番茄研究所
	传奇	杂交	无限	中熟	粉红	正圆	中果	包头市硕丰种业有限公司
	圣丽雅	杂交	无限	早熟	粉红	高圆	中大果	河南中禧农业科技有限公司
	柯罗	杂交	无限	早熟	大红	高圆	中大果	西安市金晟种业有限公司
	合作903	杂交	自封顶	早熟	大红	圆整	中大果	西安航丰种业有限公司
	大红716	杂交	无限	中早熟	大红	圆	中大果	甘肃绿星农业科技有限责任公司
	英国红	常规	无限	中早熟	大红	圆球	中果	内蒙古达拉特旗旗兴盛源瓜菜种子经销部
	金秀	杂交	无限	中早熟	大黄	圆	中果	西安秦蔬农业有限公司

蛀果率 = (被蛀食果实数 / 调查总果实数) × 100%

平均蛀孔数 = Σ 蛀孔数 / 被蛀食果实数

1.4 抗性评价

番茄品种对番茄潜叶蛾抗性水平的划分依据番茄潜叶蛾的危害级别确定, 参照作物对柑橘潜叶蛾、腰果细蛾等害虫抗性水平的划分标准并略作调整^[16-18], 评价标准见表 2。

表 2 番茄品种对番茄潜叶蛾抗性的评价标准

抗虫性类型	虫情指数(DI)	蛀果率(BR)
高抗(HR)	DI < 5%	BR < 5%
抗(R)	5% ≤ DI < 20%	5% ≤ BR < 20%
感(S)	20% ≤ DI < 30%	20% ≤ BR < 45%
高感(HS)	DI ≥ 30%	BR ≥ 45%

1.5 数据分析

采用 DPS 7.05 软件进行方差分析, 百分数值均经反正弦变换后进行方差分析。并采用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同番茄品种的虫情指数和抗性评价

通过不同番茄品种的虫情指数(表 3)可以看出, 不同品种的虫情指数存在显著差异。不同番茄品种的抗虫能力由大到小依次为秦番小皇后、秦蔬仙子、甜蜜一号、甜蜜 80、金莎、红珍珠、北番 5 号、柯罗、圣丽雅、合作 903、英国红、大红 716、金秀、传奇。除红珍珠外的樱桃番茄品种的抗虫能力显著高于蔬食番茄品种的抗虫能力, 8 个蔬食番茄品种的虫情指数均在 37% 以上, 对番茄潜叶蛾均表现为高感(HS); 6 个樱桃番茄品种中红珍珠和金莎表现为高感(HS), 其余 4 个樱桃番

表 3 不同番茄品种的虫情指数和抗性评价

品种	虫情指数 /%	抗性 评价
甜蜜 80	29.40±7.27 de	S
红珍珠	34.22±6.89 bcd	HS
甜蜜一号	27.73±5.79 de	S
秦蔬仙子	24.36±4.79 e	S
金莎	30.45±6.45 cde	HS
秦番小皇后	23.94±4.87 e	S
北番 5 号	37.25±7.90 ab	HS
传奇	45.74±7.61 a	HS
圣丽雅	40.91±6.68 ab	HS
柯罗	40.87±7.37 ab	HS
合作 903	41.15±6.93 ab	HS
大红 716	42.50±7.24 ab	HS
英国红	41.83±7.93 ab	HS
金秀	43.88±7.58 a	HS

茄品种均表现为感虫(S), 秦番小皇后和秦蔬仙子的虫情指数均低于 25%, 与甜蜜 80、甜蜜一号、金莎差异不显著, 与其他番茄品种差异显著。

2.2 不同番茄品种的蛀果率、平均蛀孔数和抗性评价

不同番茄品种果实受番茄潜叶蛾为害后其蛀果率存在显著差异(表 4)。从蛀果率看, 番茄品种的抗虫能力由大到小依次为秦蔬仙子、秦番小皇后、甜蜜一号、金莎、甜蜜 80、红珍珠、北番 5 号、圣丽雅、柯罗、英国红、大红 716、合作 903、金秀、传奇。其中秦蔬仙子对番茄潜叶蛾的抗虫能力最强, 其蛀果率最低, 为 15.02%, 表现为抗虫(R); 其次是秦番小皇后, 蛀果率为 19.87%, 表现为抗虫(R); 甜蜜一号、金莎、甜蜜 80 和红珍珠的蛀果率为 25.13%~35.11%, 均表现为感虫(S); 其余 8 个蔬食番茄品种的蛀果率均在 60% 以上, 均表现为高感(HS)。

不同番茄品种受害果实上的平均蛀孔数趋势与蛀果率趋势基本一致, 秦蔬仙子的平均蛀孔数最低, 为 1.99 个; 秦番小皇后为 2.44 个, 其余 4 个樱桃番茄品种的蛀孔数为 2.54~3.36 个; 8 个蔬食番茄品种上的平均蛀孔数为 6.46~11.19 个, 以传奇最为严重, 可见番茄潜叶蛾对不同品种果实的喜食程度不同。

表 4 不同番茄品种的蛀果率、平均蛀孔数及抗性评价

品种	蛀果率 /%	平均蛀孔数 /个	抗性 评价
甜蜜 80	29.97±4.22 cd	2.83±0.54 cd	S
红珍珠	35.11±2.89 c	3.36±0.74 cd	S
甜蜜一号	25.13±4.35 cde	2.54±0.48 cd	S
秦蔬仙子	15.02±3.67 e	1.99±0.28 d	R
金莎	26.10±4.63 cd	2.57±0.56 cd	S
秦番小皇后	19.87±3.64 de	2.44±0.36 cd	R
北番 5 号	61.80±3.14 b	9.19±2.70 ab	HS
传奇	75.60±2.96 a	11.19±3.82 a	HS
圣丽雅	63.27±3.18 ab	6.46±2.49 bcd	HS
柯罗	67.93±2.29 ab	9.06±2.62 ab	HS
合作 903	73.53±3.34 ab	6.74±2.62 abc	HS
大红 716	71.08±2.48 ab	9.61±2.69 ab	HS
英国红	69.38±2.62 ab	7.93±2.43 ab	HS
金秀	73.76±3.75 ab	9.06±3.11 ab	HS

3 讨论与结论

国外在不同的种质库中已经发现了针对番茄潜叶蛾抗性的遗传来源^[19-22], 我国针对番茄潜叶蛾抗性品种的选育工作目前正处于起步阶段, 需

要加强番茄种质资源尤其野生番茄资源的挖掘,扩大抗原的选择范围,加强种质资源保护利用推进甘肃种业振兴^[23]。研究表明,14个不同番茄品种中,樱桃番茄品种秦番小皇后和秦蔬仙子对番茄潜叶蛾的抗虫能力最强,其虫情指数均低于25%,尤其蛀果率均低于20%,显著低于其他番茄品种,表现出一定的抗性(R);其余品种抗虫能力均较弱,均表现为感虫(S)或高感(HS)。其中秦蔬仙子、秦番小皇后、金莎、甜蜜80、红珍珠、甜蜜一号均为小果、樱桃番茄类型,其余番茄品种均为中果或中大果、常规蔬食类型。从本研究可知,番茄品种对番茄潜叶蛾的抗虫性,是由于不同番茄品种具有相应的特性作为抗性的基础,不同番茄品种的农艺性状、形态特性等对其抗虫性影响较大。由于蔬食番茄品种枝叶茂密,叶片肥厚,果实较大且常多个果实或果实与叶片拥挤在一起,且有些长势低矮,符合番茄潜叶蛾喜往枝叶浓密处及接近地面的中下部隐藏休憩或产卵交配等生物习性的需求,故而8个蔬食番茄品种均受害比较严重,均表现为高感,彼此间无明显差异;而6个樱桃番茄品种植株枝叶相对稀疏且叶片较为离散舒展,果实为圆形或椭圆形小果,离散程度较高,且有些品种叶片成熟后叶质偏硬、角质较厚,表现为叶片及果实受害相对较轻,抗虫性表现相对较好,其中以秦蔬仙子和秦番小皇后抗虫性表现最为突出,该系列品种在番茄抗性品种的选育中值得关注。

虽然植株农艺性状、形态特性对番茄潜叶蛾的为害有着重要的影响和关联,但Guedes等^[24]、Azevedo等^[25]、Bleeker等^[26]、Sohrabi等^[27]认为,叶片化感物质抗性或腺毛状体密度抗性是进行抗性育种的重点依据,特别是含有2-三奎酮、姜黄烯和酰基糖的腺毛状体,对番茄潜叶蛾表现出高度的抑制作用,能抑制成虫产卵和幼虫取食,对成虫和幼虫分别具有驱避和毒杀作用。Han等^[28-29]、Larbat等^[30]认为,氮和水分的比例降低会导致番茄潜叶蛾幼虫成活率降低以及发育历期延长,增加番茄对番茄潜叶蛾的抗性。不同寄主植物体内营养物质的差异,不仅影响昆虫的生长发育、存活和繁殖,也是影响其选择寄主的主要因素之一^[31-34]。

总之,根据田间观察,株型舒展,通风透光的番茄植株番茄潜叶蛾发生为害较轻。因此做好番茄植株的合理定植及田间管理对减轻番茄潜叶蛾为害显得尤为重要,这也是露地发生略轻于温室的重要原因。不同番茄品种的物候特性、生长特性及生物化学特性都会对番茄潜叶蛾的发生为害产生一定的影响,其具体的关联和内在机制还有待于进一步深入研究,这也是下一步工作的重点。

参考文献:

- [1] CHANG P E C, METZ M A. Classification of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lepidoptera: Gelechiidae: Gelechiinae: Gnorimoschemini) based on cladistics analysis of morphology[J]. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 2021, 123(1): 41-54.
- [2] 马菲, 张俊华, 于艳雪, 等. 番茄麦蛾[J]. 植物检疫, 2011, 25(5): 55-58.
- [3] DESNEUX N, WAJNBERG E, WYCKHUYS K A G, et al. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control[J]. Journal of Pest Science, 2010, 83: 197-215.
- [4] SHASHANK P R, CHANDRASHEKAR K, MESHRAM N M, et al. Occurrence of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) an invasive pest from India[J]. Indian Journal of Entomology, 2015, 77(4): 323-329.
- [5] CAMPOS M R, BIONDI A, ADIGA A, et al. From the Western Palaearctic region to beyond: *Tuta absoluta*, 10 years after invading Europe[J]. Journal of Pest Science, 2017, 90(3): 787-796.
- [6] UULU T E, ULUSOY M R, CALISKAN A F. First record of tomato leafminer *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in Kyrgyzstan[J]. EPPO Bulletin, 2017, 47(2): 285-287.
- [7] 张桂芬, 刘万学, 万方浩, 等. 世界毁灭性检疫害虫番茄潜叶蛾的生物生态学及危害与控制[J]. 生物安全学报, 2018, 27(3): 155-163.
- [8] 张桂芬, 张毅波, 冼晓青, 等. 新发重大农业入侵害虫番茄潜叶蛾的发生为害与防控对策[J]. 植物保护, 2022, 48(4): 51-58.
- [9] 张桂芬, 马德英, 刘万学, 等. 中国新发现外来入侵害虫—南美番茄潜叶蛾(鳞翅目: 麦蛾科)[J]. 生物安全学报, 2019, 28(3): 200-203.
- [10] 张桂芬, 冼晓青, 张毅波, 等. 警惕南美番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* (Meyrick) 在中国扩散[J]. 植物保护, 2020, 46(2): 281-286.

- [11] ZHANG G F, XIAN X Q, ZHANG Y B, et al. Outbreak of the South American tomato leafminer, *Tuta absoluta*, in the Chinese mainland: Geographic and potential host range expansion[J]. *Pest Management Science*, 2021, 77: 5475–5488.
- [12] 屈春侠, 唐兰兰, 于忠友. 番茄潜叶蛾危害与防控[J]. *西北园艺(综合)*, 2021(11): 47–48.
- [13] ABBES K, HARBI A, ELIMEM M, et al. Bioassay of three solanaceous weeds as alternative hosts for the invasive tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and insights on their carryover potential [J]. *African Entomology*, 2016, 24(2): 334–342.
- [14] BAWIN T, DUJEU D, BACKER L D. Ability of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) to develop on alternative host plant species [J]. *Canadian Entomologist*, 2016, 148(4): 434–442.
- [15] 中国科学院数学研究所统计组. 常用数理统计方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1973.
- [16] 张中润, 梁李宏, 黄伟坚, 等. 5 个不同腰果品系对腰果细蛾抗虫性研究[J]. *植物保护*, 2008, 34(5): 113–115.
- [17] 胡军华, 李鸿筠, 雷慧德, 等. 13 个柑桔栽培品种对柑桔潜叶蛾的抗性研究[J]. *西南农业大学学报*, 2001, 23(6): 522–523.
- [18] 张中润, 梁李宏, 黄伟坚, 等. 5 个不同腰果品系对茶角盲蝽的抗虫性[J]. *热带作物学报*, 2010, 31(1): 122–125.
- [19] MALUF W R, SILVA V D F, CARDOSO M D G, et al. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes[J]. *Euphytica*, 2010, 176: 113–123.
- [20] ECOLE C C, PICANCO M C, RNC G, et al. Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep. Gelechiidae) [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2010, 125(4): 193–200.
- [21] LEITE G L D, PICANCO M, GUEDES R N C, et al. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) [J]. *Scientia Horticulturae*, 2001, 89: 103–113.
- [22] PEREIRA G V N, MALUF W R, GONCALVES L D, et al. Selection towards high acylsugar levels in tomato genotypes and its relationship with resistance to spider mite (*Tetranychus evansi*) and to the South American pinworm (*Tuta absoluta*) [J]. *Ciencia e Agrotecnologia*, 2008, 32: 996–1004.
- [23] 王兴荣, 张彦军, 李 玥, 等. 加强种质资源保护利用推进甘肃种业振兴[J]. *甘肃农业科技*, 2022, 53(6): 19–21.
- [24] GUEDES R N C, PICANCO M C. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance [J]. *EPPO Bulletin*, 2012, 42(2): 211–216.
- [25] AZEVEDO S M D, FARIA M V, MALUF W R, et al. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* [J]. *Euphytica*, 2003, 134: 347–351.
- [26] BLEEKER P M, MIRABELLA R, DIERGAARDE P J, et al. Improved herbivore resistance in cultivated tomato with the sesquiterpene biosynthetic pathway from a wild relative [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(49): 124–129.
- [27] SOHRABI F, NOORYAZDAN H, GHARATI B, et al. Evaluation of ten tomato cultivars for resistance against tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under field infestation conditions [J]. *Entomologia Generalis*, 2016, 36(2): 163–175.
- [28] HAN P, LAVOIR A V, BOT J L, et al. Nitrogen and water availability to tomato plants triggers bottom-up effects on the leafminer *Tuta absoluta* [J]. *Scientific Reports*, 2014, 4(6178): 4455.
- [29] HAN P, DESNEUX N, MICHEL T, et al. Does plant cultivar difference modify the bottom-up effects of resource limitation on plant-insect herbivore interactions [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2016, 42: 1293–303.
- [30] LARBAT R, ADAMOWICZ S, ROBIN C, et al. Interrelated responses of tomato plants and the leafminer *Tuta absoluta* to nitrogen supply [J]. *Plant Biology*, 2016, 18(3): 495–504.
- [31] 钦俊德. 诠释植食性昆虫是怎样选择食料植物的 [J]. *生物学通报*, 2003, 38(6): 1–3.
- [32] 沈嘉程, 廖为财, 罗 鹏, 等. 桑天牛寄主选择及其与植物营养和次生代谢物质含量的相关性分析 [J]. *江西农业大学学报*, 2021, 43(4): 783–791.
- [33] 李保利, 牟晓玲, 李世福, 等. 不同茄子砧木对大龙长茄生长发育及抗虫性的影响 [J]. *寒旱农业科学*, 2024, 3(2): 137–140.
- [34] 权建华, 孙铭若, 冯丽玲, 等. 苗期低温胁迫对番茄生长及果实畸形发生的影响 [J]. *寒旱农业科学*, 2022, 1(1): 78–82.