

# 甜瓜枯萎病抗病种质资源筛选与主要农艺性状相关性分析

刘家璇<sup>1</sup>, 陈绍莉<sup>2</sup>, 赵海东<sup>1</sup>

(1. 丹东农业科学院 辽宁丹东 118100; 2. 辽宁省农业技术推广站 沈阳 110031)

**摘要:** 为筛选抗甜瓜枯萎病抗病种质资源及探究枯萎病与主要农艺性状之间的相关性, 于 2025 年采用人工接种方式对 48 份甜瓜自交系进行苗期枯萎病抗病性鉴定, 并调查甜瓜自交系可溶性固形物含量、坐果率等性状指标, 通过相关性分析、聚类分析进行综合评价。结果表明, 48 份甜瓜自交系对枯萎病的抗性存在明显差异, 抗病性鉴定结果显示, TC14 表现为高抗(HR), TC3、TC5、TC7 等 27 份材料表现为抗(R), TC1、TC2、TC4 等 11 份材料表现为中抗(MR), TC6、TC9、TC16 等 9 份材料表现为感病(S)。相关性分析表明, 枯萎病抗病性与坐果率呈显著负相关, 相关系数为 -0.326; 可溶性固形物含量与坐果率呈极显著正相关, 相关系数为 0.462。聚类分析将供试甜瓜自交系划分为 4 个类群, 第 I 类群表现为可溶性固形物含量较高、坐果率较高、枯萎病抗病性较差; 第 II 类群表现为可溶性固形物含量低、坐果率较低、枯萎病抗病性弱; 第 III 类群表现为可溶性固形物含量一般、坐果率一般、枯萎病抗病性较强; 第 IV 类群表现为可溶性固形物含量高、坐果率高、枯萎病抗病性强。综合评价结果为第 IV 类群 > 第 I 类群 > 第 III 类群 > 第 II 类群。本研究结果为甜瓜抗枯萎病种质资源精准利用和品种选育提供了科学依据。

**关键词:** 甜瓜; 枯萎病; 相关性分析; 聚类分析

中图分类号: S652

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2026)07-141-06

## Screening of melon germplasm resistant to *Fusarium* wilt and correlation analysis of main agronomic traits

Liu Jiaxuan<sup>1</sup>, Chen Shaoli<sup>2</sup>, Zhao Haidong<sup>1</sup>

(1. Dandong Academy of Agricultural Sciences, Dandong 118100, Liaoning, China; 2. Agricultural Technology Extension Station of Liaoning Province, Shenyang 110031, Liaoning, China)

**Abstract:** To screen melon germplasm resources resistant to *Fusarium* wilt and explore the correlation between *Fusarium* wilt resistance and major agronomic traits, this study conducted a seedling-stage identification of *Fusarium* wilt disease in 48 melon inbred lines through artificial inoculation in 2025, and examined traits including soluble solids content and fruit setting rate. Comprehensive evaluation was performed using correlation analysis and cluster analysis. The results showed significant differences in *Fusarium* wilt resistance among the 48 melon inbred lines. Among them, TC14 exhibited high resistance (HR), 27 materials including TC3, TC5, and TC7 showed resistance (R), 11 materials including TC1, TC2, and TC4 displayed moderate resistance (MR), and 9 materials including TC6, TC9, and TC16 were susceptible (S). Correlation analysis revealed that *Fusarium* wilt resistance was significantly negatively correlated with fruit setting rate, with a correlation coefficient of -0.326. Soluble solids content was extremely significantly positively correlated with fruit setting rate, with a correlation coefficient of 0.462. Cluster analysis classified the tested melon inbred lines into four groups. Group I had high soluble solids content and fruit setting rate but poor *Fusarium* wilt resistance. Group II had low soluble solids content, poor fruit setting rate, and weak *Fusarium* wilt resistance. Group III demonstrated moderate soluble solids content and fruit setting rate but strong *Fusarium* wilt resistance. Group IV showed high soluble solids content and fruit setting rate, and strong *Fusarium* wilt resistance. The overall performance ranked as follows: Group IV > Group I > Group III > Group II. The results of this study provide a basis for precise utilization of melon germplasm resources resistant to *Fusarium* wilt and the breeding of resistant variety.

**Key words:** Melon; *Fusarium* wilt; Correlation analysis; Cluster analysis

收稿日期: 2025-12-05; 修回日期: 2026-03-12

基金项目: 科技特派行动专项计划(2025JH5/10400091); 现代农业产业技术体系辽宁创新团队设施瓜类蔬菜高效栽培岗位项目

作者简介: 刘家璇, 女, 助理研究员, 研究方向为薄皮甜瓜育种与栽培技术。E-mail: Ljx00307@qq.com

通信作者: 赵海东, 男, 助理研究员, 研究方向为辣椒栽培育种。E-mail: zhaohaidong\_@163.com

甜瓜(*Cucumis melo* L.)又名香瓜,因其气味清香、风味十足深受消费者喜爱,是我国广泛种植的设施经济作物之一<sup>[1]</sup>。近年来,土壤连作导致甜瓜枯萎病发生严重。由尖孢镰孢菌甜瓜专化型(*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*)引起的甜瓜枯萎病是甜瓜重要病害之一,在甜瓜种植的各个时期均可能发生,尤其在开花坐果期,导致植株整株死亡,严重影响甜瓜产量<sup>[2-5]</sup>。随着甜瓜种植面积扩大、连作时间增加,枯萎病发病率不断上升,部分地区枯萎病发病率高达95%,严重时植株死亡率高达60%,造成80%~90%的减产,甚至绝收<sup>[6]</sup>。目前,主要以化学防治、生物防治、嫁接等方法来防治枯萎病。而化学防治存在易污染环境且无法根治的缺点,生物防治对病害的防控效果欠佳,南瓜砧木嫁接虽是目前采用的主要手段,但有研究表明跨属嫁接虽能促进植株生长和抗性提高,但在一定程度上会降低果实品质<sup>[7-10]</sup>。因此,培育抗病品种才是防治甜瓜枯萎病最经济有效的方法<sup>[3,11]</sup>。

通过精准鉴定等方式对甜瓜自交系农艺性状、生理性状进行综合评价,有利于种质资源的高效利用和新品种选育。目前,已开展了大量围绕甜瓜自交系的鉴定评价工作。王炜勇等<sup>[12]</sup>对27份薄皮甜瓜的48个质量性状进行遗传多样性分析。冯路路等<sup>[13]</sup>对209份甜瓜种质资源的9个果实性状进行相关性分析和综合评价。解华云等<sup>[14]</sup>对130份薄皮甜瓜种质资源的17个果实相关性状进行遗传多样性分析。刘泰等<sup>[15]</sup>研究表明,枯萎病胁迫下的抗病和感病材料生理指标响应差异显著,过氧化氢酶(CAT)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性与发病率呈极显著负相关,丙二醛(MDA)含量和相对电导率与发病率呈极显著正相关。唐桃霞等<sup>[16]</sup>认为,甜瓜白粉病感病种质较抗病种质MDA、O<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>积累较多,同一时期4种抗氧化酶活性[SOD、POD、CAT和APX(抗坏血酸过氧化物酶)]在抗病种质中高于感病种质。南宇航等<sup>[17]</sup>对从国内外收集的126份甜瓜种质资源进行苗期枯萎病和白粉病抗性鉴定并筛选到1份双抗种质资源。围绕甜瓜种质资源多样性的研究利用已有大量报道,甜瓜抗病性评价与生理调控的相关性分析也有少量报道,但关于甜瓜抗病性评价与农艺性状间是否存在关联鲜有报道。所以,本研究选择48份甜瓜自交系作为供试材料,采用人工接种的方式对其进行鉴定,结合性状指标进行相关性

和聚类分析,以期对甜瓜的遗传改良和抗病育种提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试的48份甜瓜自交系为丹东农业科学院的自选系,所有自交系均为薄皮类型,均自交8代以上。

供试菌株:接种鉴定所用病原菌尖孢镰刀菌甜瓜专化型(*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*)为混合菌株,分别由采集自凤城、沈阳等地区的病样分离所得。菌种制备采用PDA培养基活化,在PD培养基中25℃、120 r·min<sup>-1</sup>振荡5~7 d进行扩繁。2层纱布过滤后加水稀释至1×10<sup>6</sup> CFU·mL<sup>-1</sup>以备接种<sup>[18-19]</sup>。

### 1.2 试验地点及设计

于2025年3—8月将用于性状调查的48份甜瓜自交系种植于丹东农业科学院园艺冷棚(塑料大棚)中,随机区组排列,采用大垄双行吊蔓栽培,大行距80 cm,小行距50 cm,株距40 cm,垄高20 cm,定植2行,每行12株,小区面积6.24 m<sup>2</sup>,小区两端各种植2行保护行,土壤肥力水平和田间管理方式相同。

### 1.3 方法

对48份甜瓜自交系进行田间调查,按照GB/T 19557.21—2022《植物品种特异性(可区别性)、一致性和稳定性测试指南 甜瓜》的要求测量甜瓜可溶性固形物含量、坐果率等性状指标,个体测量性状指标取3点求平均值。

甜瓜枯萎病接种方法:2叶1心时将甜瓜苗连根轻轻拔起,清水冲洗根部土壤后用接种液浸根15 min,浸根完成后将甜瓜苗重新定植于育苗钵中,22~25℃保湿培养<sup>[20]</sup>。

甜瓜枯萎病调查分级标准:0级,基本无症状;1级,子叶黄化或茎基部轻微变褐;2级,子叶萎蔫或茎基部一半变褐;3级,子叶、真叶萎蔫或植株矮化,或茎基部至顶端2/3变褐;4级,根部坏死或茎基部至顶端全部变褐<sup>[21]</sup>。

病情指数计算公式:病情指数(RDI)=

$$\frac{\sum(\text{各病级病株数} \times \text{该病情代表分级数})}{(\text{调查总株数} \times \text{最高病情代表分级数})} \times 100。$$

抗性评价标准:0<RDI≤10.00 评价为高抗(HR);10.00<RDI≤20.00 评价为抗(R);20.00<RDI≤35.00 评价为中抗(MR);35.00<RDI≤50.00 评

价为感(S);RDI>50.00 评价为高感(HS)<sup>[21]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2019 进行数据整理,使用 IBM SPSS Statistics 27 和 OriginPro 2025 完成相关性分析和聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 48份甜瓜自交系对甜瓜枯萎病的抗性鉴定

由图 1 和表 1 可知,TC14 表现为高抗(HR),占比 2.08%;TC3、TC5、TC7 等 27 份材料表现为抗(R),占比 56.25%;TC1、TC2、TC4 等 11 份材料表现为中抗(MR),占比 22.92%;TC6、TC9、TC16 等 9 份材料表现为感病(S),占比 18.75%;没有材料表现为高感(HS)。

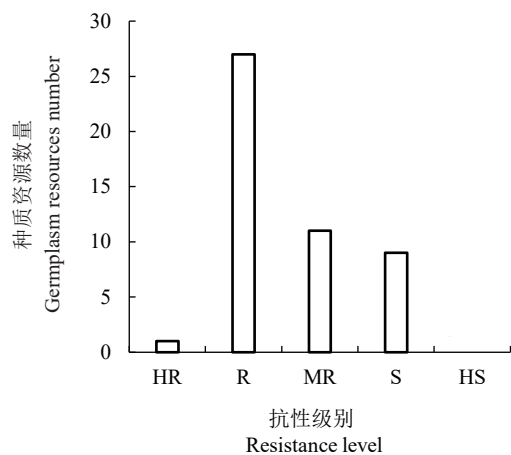


图 1 甜瓜种质资源抗病性鉴定结果  
Fig. 1 Results of disease resistance identification in melon germplasm resources

表 1 供试甜瓜自交系对枯萎病抗性评价  
Table 1 Evaluation of *Fusarium* wilt resistance in the tested melon inbred lines

| 编号<br>No. | 自交系名称<br>Name of<br>inbred line | 病情指数<br>Disease index | 抗病性<br>Disease<br>resistance | 编号<br>No. | 自交系名称<br>Name of<br>inbred line | 病情指数<br>Disease index | 抗病性<br>Disease<br>resistance |
|-----------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1         | TC1                             | 30.00                 | MR                           | 25        | TC26                            | 13.33                 | R                            |
| 2         | TC2                             | 26.67                 | MR                           | 26        | TC27                            | 11.67                 | R                            |
| 3         | TC3                             | 13.33                 | R                            | 27        | TC28                            | 16.67                 | R                            |
| 4         | TC4                             | 31.67                 | MR                           | 28        | TC29                            | 15.00                 | R                            |
| 5         | TC5                             | 15.00                 | R                            | 29        | TC30                            | 16.67                 | R                            |
| 6         | TC6                             | 38.33                 | S                            | 30        | TC31                            | 13.33                 | R                            |
| 7         | TC7                             | 16.67                 | R                            | 31        | TC32                            | 18.33                 | R                            |
| 8         | TC8                             | 15.00                 | R                            | 32        | TC33                            | 16.67                 | R                            |
| 9         | TC9                             | 41.67                 | S                            | 33        | TC34                            | 15.00                 | R                            |
| 10        | TC10                            | 15.00                 | R                            | 34        | TC35                            | 13.33                 | R                            |
| 11        | TC11                            | 25.00                 | MR                           | 35        | TC36                            | 11.67                 | R                            |
| 12        | TC12                            | 16.67                 | R                            | 36        | TC37                            | 26.67                 | MR                           |
| 13        | TC13                            | 25.00                 | MR                           | 37        | TC38                            | 28.33                 | MR                           |
| 14        | TC14                            | 6.67                  | HR                           | 38        | TC39                            | 30.00                 | MR                           |
| 15        | TC15                            | 26.67                 | MR                           | 39        | TC40                            | 25.00                 | MR                           |
| 16        | TC16                            | 40.00                 | S                            | 40        | TC41                            | 13.33                 | R                            |
| 17        | TC17                            | 41.67                 | S                            | 41        | TC42                            | 48.33                 | S                            |
| 18        | TC18                            | 31.67                 | MR                           | 42        | TC43                            | 15.00                 | R                            |
| 19        | TC19                            | 18.33                 | R                            | 43        | TC44                            | 13.33                 | R                            |
| 20        | TC20                            | 38.33                 | S                            | 44        | TC45                            | 18.33                 | R                            |
| 21        | TC21                            | 13.33                 | R                            | 45        | TC46                            | 15.00                 | R                            |
| 22        | TC22                            | 45.00                 | S                            | 46        | TC47                            | 38.33                 | S                            |
| 23        | TC24                            | 18.33                 | R                            | 47        | TC48                            | 18.33                 | R                            |
| 24        | TC25                            | 16.67                 | R                            | 48        | TC49                            | 40.00                 | S                            |

### 2.2 自交系部分 DUS 指标与枯萎病发病程度的相关性分析

供试甜瓜自交系部分 DUS 指标与枯萎病发病

程度的相关结果(表 2~3)表明,枯萎病抗病性与坐果率呈显著负相关;可溶性固形物含量与坐果率呈极显著正相关。该结果表明在选育过程中可多重点

表 2 供试甜瓜自交系的可溶性固形物含量和坐果率

Table 2 The soluble solids content and fruit setting rate of the inbred line of the tested melon

| 编号<br>No. | 名称<br>Name | w(可溶性固形物)<br>Soluble solids<br>content/% | 坐果率<br>Fruit setting<br>rate/% | 编号<br>No. | 名称<br>Name | w(可溶性固形物)<br>Soluble solids<br>content/% | 坐果率<br>Fruit setting<br>rate/% |
|-----------|------------|------------------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| 1         | TC1        | 13.2                                     | 73.3                           | 25        | TC26       | 11.6                                     | 60.0                           |
| 2         | TC2        | 12.1                                     | 76.7                           | 26        | TC27       | 12.4                                     | 70.0                           |
| 3         | TC3        | 13.2                                     | 73.3                           | 27        | TC28       | 12.2                                     | 73.3                           |
| 4         | TC4        | 11.1                                     | 63.3                           | 28        | TC29       | 12.1                                     | 73.3                           |
| 5         | TC5        | 12.3                                     | 70.0                           | 29        | TC30       | 11.8                                     | 76.7                           |
| 6         | TC6        | 11.8                                     | 63.3                           | 30        | TC31       | 11.1                                     | 80.0                           |
| 7         | TC7        | 12.1                                     | 70.0                           | 31        | TC32       | 14.2                                     | 83.3                           |
| 8         | TC8        | 12.3                                     | 73.3                           | 32        | TC33       | 12.9                                     | 76.7                           |
| 9         | TC9        | 10.8                                     | 60.0                           | 33        | TC34       | 12.6                                     | 70.0                           |
| 10        | TC10       | 13.2                                     | 63.3                           | 34        | TC35       | 13.3                                     | 70.0                           |
| 11        | TC11       | 13.1                                     | 73.3                           | 35        | TC36       | 12.3                                     | 63.3                           |
| 12        | TC12       | 12.3                                     | 60.0                           | 36        | TC37       | 13.3                                     | 70.0                           |
| 13        | TC13       | 12.2                                     | 66.7                           | 37        | TC38       | 12.2                                     | 73.7                           |
| 14        | TC14       | 13.5                                     | 83.3                           | 38        | TC39       | 13.9                                     | 73.7                           |
| 15        | TC15       | 10.5                                     | 63.3                           | 39        | TC40       | 12.1                                     | 63.3                           |
| 16        | TC16       | 12.3                                     | 63.3                           | 40        | TC41       | 12.2                                     | 76.7                           |
| 17        | TC17       | 13.2                                     | 76.7                           | 41        | TC42       | 12.2                                     | 60.0                           |
| 18        | TC18       | 13.2                                     | 70.0                           | 42        | TC43       | 10.9                                     | 63.3                           |
| 19        | TC19       | 13.3                                     | 66.7                           | 43        | TC44       | 12.3                                     | 70.0                           |
| 20        | TC20       | 11.8                                     | 76.7                           | 44        | TC45       | 12.3                                     | 66.7                           |
| 21        | TC21       | 12.8                                     | 73.3                           | 45        | TC46       | 12.7                                     | 73.3                           |
| 22        | TC22       | 14.5                                     | 73.3                           | 46        | TC47       | 13.2                                     | 66.7                           |
| 23        | TC24       | 12.1                                     | 76.7                           | 47        | TC48       | 11.8                                     | 73.3                           |
| 24        | TC25       | 11.9                                     | 70.0                           | 48        | TC49       | 13.3                                     | 73.3                           |

表 3 甜瓜自交系 3 个性状的相关系数

Table 3 Correlation coefficients among the three traits in melon inbred lines

| 性状<br>Trait                            | 枯萎病抗病性<br><i>Fusarium</i> wilt resistance | 可溶性固形物含量<br>Soluble solids content | 坐果率<br>Fruit setting rate |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 枯萎病抗病性 <i>Fusarium</i> wilt resistance | 1                                         | 0.037                              | -0.326*                   |
| 可溶性固形物含量 Soluble solids content        | 0.037                                     | 1                                  | 0.462**                   |
| 坐果率 Fruit setting rate                 | -0.326*                                   | 0.462**                            | 1                         |

注: \*、\*\*分别表示在 0.05 和 0.01 水平显著相关。  
Note: \*, \*\* indicate significant correlation at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

关注植株坐果率指标。

2.3 甜瓜自交系枯萎病抗病性与农艺性状聚类分析

基于 3 个性状指标,采用平方欧式距离组间联接方式,对 48 份甜瓜自交系进行系统聚类。聚类结果显示,48 份自交系分为 4 个类群(图 2)。第 I 类群包含 TC1、TC2 等 11 份材料,该类群表现为可溶性固形物含量较高,坐果率较高,枯萎病抗病性较差;第 II 类群包含 TC4、TC6 等 9 份材料,该

类群表现为可溶性固形物含量低,坐果率较低,枯萎病抗病性弱;第 III 类群包含 TC3、TC5 等 26 份材料,该类群表现为可溶性固形物含量一般,坐果率一般,枯萎病抗病性较强;第 IV 类群包含 TC14、TC32 等 2 份材料,该类群表现为可溶性固形物含量高,坐果率高,枯萎病抗病性强。综合可溶性固形物含量、坐果率、枯萎病抗病性 3 个性状比较,综合评价结果为第 IV 类群>第 I 类群>第 III 类群>第 II 类群。

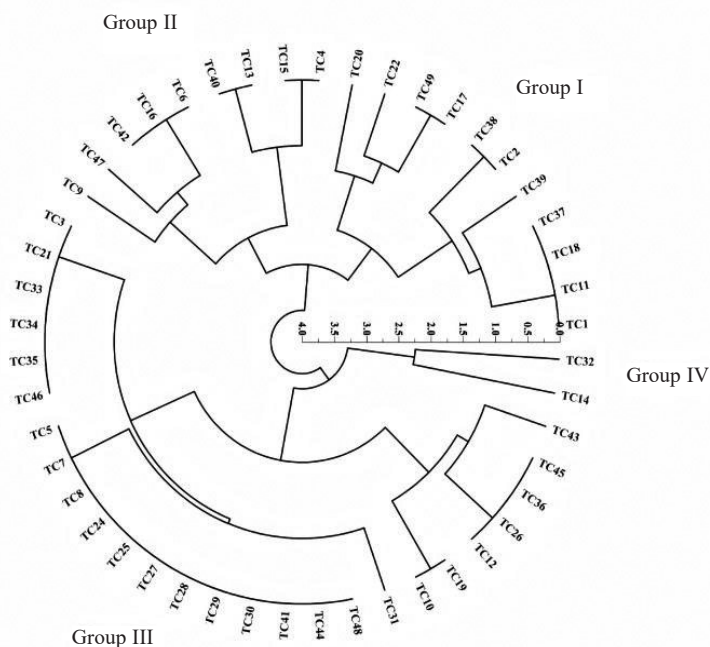


图2 48份甜瓜自交系的聚类分析结果

Fig. 2 Cluster analysis results of 48 melon inbred lines

### 3 讨论与结论

由尖孢镰孢菌甜瓜专化型(*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*)引起的甜瓜枯萎病是甜瓜重要病害之一,抗病品种是解决病害问题最经济有效的途径,针对育种上对抗病种质资源的重大需求,通过对现有资源的合理评价,在众多甜瓜种质资源中挖掘优异资源,是解决该问题的基础<sup>[11]</sup>。

本研究通过对48份甜瓜种质资源枯萎病的鉴定评价,筛选到TC3、TC5、TC7等28份材料达到抗(R)及高抗(HR)水平。抗病性抗感占比与刘泰等<sup>[15]</sup>、南宇航等<sup>[17]</sup>的研究结果基本一致。薄皮甜瓜在全国各地均有栽培,不同地理环境的长期筛选形成了丰富的种质资源,植物抗病性在遗传育种过程中具有重要价值,筛选抗性优异的种质资源,可为甜瓜抗病育种提供抗原材料,借助不同区域资源互作作为资源改良提供材料基础<sup>[22-23]</sup>。

通过相关性分析可以精确描述变量间的关联强度,将假设相关变为度量相关,为进一步探究关联作用路径提供目标和依据。本研究相关性分析结果表明,枯萎病抗病性与坐果率呈显著负相关,相关系数达-0.326,这说明坐果率越高的自交系枯萎病抗性越强。植物为保证自身坐果会调控体内激素含量,从而提高光合作用效率,间接增强自身

抗病能力<sup>[24-26]</sup>;同时,植株坐果后,植物产生的光合作用物质会被大量转移到果实部位,而坐果率高的植株所需要的物质也会更多,只有植株更健壮、维管束更发达才能保证所需物质的供给,而这类植株往往表现为自身抗逆能力较强<sup>[27-28]</sup>。相应的,甜瓜枯萎病的抗病性越强,说明植株根系及茎越健壮,越能保证植株能量的供给,而感病植株在感病过程中为抵御病原菌的进一步侵染会消耗大量的养分,导致能量供给不足而引起落花落果<sup>[29-30]</sup>;相关性分析结果也表明,可溶性固形物含量与坐果率呈极显著正相关,相关系数达0.462,这说明坐果率越高的自交系可溶性固形物含量越高。在植物坐果过程中,IAA、GA、CTK升高能够促进叶片光合产物运输到果实,为可溶性固形物积累提供基础;相应的可溶性固形物是坐果和果实发育所需能量的来源,同时也是合成IAA、GA、CTK等内源激素的基础<sup>[31]</sup>。因此,在选育过程中可关注植株坐果率指标。

在聚类分析中,48份甜瓜自交系进行系统聚类,共分为4个类群。第I类群3个性状综合表现一般,第II类群综合表现较差,第III类群抗病性较好,第IV类群3个性状综合表现较好。在枯萎病抗病性方面,第III类群、第IV类群可作为改良或选育材料使用;在可溶性固形物含量和坐果率方面,第I类群、第IV类群可作为改良或选育材料搭配其他材料

完成理想型选育目标。

综上所述,本试验利用人工接种鉴定技术精准筛选到28份枯萎病抗性资源;相关性分析发现,枯萎病抗病性与坐果率呈显著负相关;聚类分析筛选到TC14、TC32综合表现优异,研究结果可为甜瓜抗枯萎病种质资源精准利用和品种选育提供科学基础。

### 参考文献

- [1] 郝芳敏,董文杰,臧全宇,等.一株甜瓜枯萎病拮抗菌的筛选、鉴定及生防效果[J].中国瓜菜,2023,36(12):26-32.
- [2] 刘连杰,李淑敏,董凤珍.吉林省早熟甜瓜枯萎病的发生及其防治[J].中国西瓜甜瓜,1995,8(1):30.
- [3] 刘思彤,郭宇,袁成志,等.瓜类作物抗枯萎病育种研究进展[J].中国瓜菜,2025,38(7):1-9.
- [4] 张淑梅,赵晓宇,张先成,等.3种瓜类枯萎病菌 *Fusarium oxysporum* 的分子检测[J].植物病理学报,2010,40(6):636-641.
- [5] 刘春艳,王万立,郝永娟,等.大棚甜瓜枯萎病的发生及综合防治[J].农业科技通讯,2010(1):171-172.
- [6] 张娥珍,樊学军,洪日新.不同砧木对薄皮甜瓜生长、产量及品质的影响[J].广西农业科学,2009,40(9):1212-1214.
- [7] 高忠奎,刘文君,何忠,等.桂蜜12号厚皮甜瓜砧木筛选试验[J].南方农业学报,2013,44(4):649-652.
- [8] 梁贤智,肖春霞,曾文青,等.15个砧用南瓜杂交组合对厚皮甜瓜果实品质的影响[J].西南农业学报,2020,33(7):1373-1382.
- [9] 李瑞琴.甜瓜枯萎病病原学及防治技术研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2004.
- [10] 郝芳敏,臧全宇,马二磊,等.甜瓜多种真菌病害拮抗细菌 NB-melon-1 的鉴定及其促生和生防效果[J].中国瓜菜,2021,34(7):14-19.
- [11] 王瑞,王惠林,王靖,等.甜瓜种质资源对甜瓜坏死斑点病毒病的田间抗性鉴定[J].中国瓜菜,2024,37(2):21-31.
- [12] 王炜勇,俞少华,李鲁峰,等.浙江省薄皮甜瓜地方品种的表型遗传多样性[J].植物遗传资源学报,2013,14(3):448-454.
- [13] 冯路路,闫洪朗,王曼曼,等.209份甜瓜种质资源果实性状的综合评价[J].江苏农业科学,2024,52(16):178-186.
- [14] 解华云,叶云峰,李桂芬,等.130份薄皮甜瓜种质材料果实性状的遗传多样性分析评价[J].中国瓜菜,2024,37(5):28-40.
- [15] 刘泰,王迪,徐慧春,等.甜瓜抗枯萎病资源筛选及抗病生理指标相关性分析[J].中国瓜菜,2024,37(7):59-66.
- [16] 唐桃霞,孔维萍,任凯丽,等.不同抗性甜瓜种质对白粉病的响应分析[J/OL].中国蔬菜,1-11,(2025-12-15).<https://doi.org/10.19928/j.cnki.1000-6346.2025.5057>.
- [17] 南宇航,朱子成,王学征,等.甜瓜种质资源苗期对枯萎病和白粉病的抗性评价[J].中国蔬菜,2016(1):37-44.
- [18] 吉加兵.西瓜枯萎病苗期抗性鉴定方法的探讨[J].中国西瓜甜瓜,1992,5(1):35-39.
- [19] 王登明,张学军,冯炯鑫,等.甜瓜枯萎病接种方法比较试验初报[J].中国瓜菜,2009,22(5):38-39.
- [20] 王曼曼,冯路路,张惠敏,等.抗枯萎病甜瓜嫁接砧木筛选及综合评价[J].中国农学通报,2025,41(30):60-69.
- [21] 刘晨.嫁接对甜瓜连作障碍的缓解作用研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2022.
- [22] 杨念,孙玉竹,吴敬学.中国西瓜甜瓜的区域优势分析[J].中国瓜菜,2016,29(3):14-18.
- [23] 孙立新,王晓君,吴敬学,等.中国西瓜甜瓜生产区域布局变迁及驱动因素研究[J].中国农业资源与区划,2023,44(8):42-51.
- [24] 曾骧.果树的坐果(二):坐果的机理和提高坐果率的措施[J].植物杂志,1985(5):23-24.
- [25] 周蕾,魏琦超,高峰.细胞分裂素在果实及种子发育中的作用[J].植物生理学通讯,2006(3):549-553.
- [26] 郭得平.蔬菜植物果实发育的激素调控[J].植物生理学通讯,2001(2):178-184.
- [27] 倪晨,张家豪,朱昌进,等.水稻源流库形成与调控及其影响因素研究进展[J].中国水稻科学,2026,40(2):155-170.
- [28] 韩霄.从作物的源流库理论展望新型育种技术[J].生物技术通报,2015,31(4):34-39.
- [29] 董惠莉,王江涛,王华.浅析小辣椒落花、落果的原因及预防措施[J].河南农业科学,2006(8):130.
- [30] 单仁成,曲远富,刘精芳,等.保护地甜瓜落花落果原因及防治措施[J].北方园艺,2003(2):22-23.
- [31] 张凯莉,张敏敏,孔维萍,等.甜瓜不同发育阶段糖分积累与生理指标的相关分析[J].北方园艺,2022(14):24-30.