

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201709006

引文格式: 王岳霞, 钟川, 赵文宗, 等. 茄子栽培种砧用种质农业生物学性状及嫁接适用性研究 [J]. 广西植物, 2018, 38(8): 1015–1024

WANG YX, ZHONG C, ZHAO WZ, et al. Agricultural biology characters of anvil germplasm and grafting applicability in eggplant (*Solanum melongena*) cultivars [J]. Guihaia, 2018, 38(8): 1015–1024

茄子栽培种砧用种质农业生物学性状及嫁接适用性研究

王岳霞, 钟川*, 赵文宗, 廖建杰, 傅慧珍, 阳燕娟, 于文进

(广西大学农学院, 南宁 530004)

摘要: 青枯病是热带亚热带地区普遍发生的一种土传病害, 为选配具有优良抗病性和嫁接适用性的茄子砧木杂交组合, 该研究对国内外 11 份茄子栽培种砧用种质进行农业生物学评价和青枯病抗病性鉴定, 研究了不同砧用种质对嫁接苗生长的影响。结果表明: 供试砧用种质中, 果型为卵圆形 5 份、倒卵形 2 份、长卵圆 4 份; 幼果颜色紫色 7 份、淡紫色 1 份、绿色 1 份、淡绿色 2 份; 老熟果实颜色均为黄色; 种质 J14、J15、J16、J17 的主茎紫色, 其余均为绿色; J61 的花瓣白色, 其余均为紫色或淡紫色。供试砧木种质与接穗 Rf 的嫁接成活率均在 80% 以上, 最高达 97%。采用苗期伤根-浸根接合法鉴定砧木种质对青枯病的抗病性, 有 9 份砧用种质自根苗表现高抗 (HR), 病情指数为 3.67~12.33, 其中 6 份砧木种质 (BC01、BC03、BC04、BC06、J15、J16) 嫁接感病接穗后表现抗病 (R), 病情指数为 16.67~21.00。砧用种质能显著改善接穗的生长, 其中, BC01、BC03、BC04、BC06、J15、J16 的嫁接苗的生物量增长率显著高于其他种质的嫁接苗。综合试验结果显示茄子栽培种砧用种质农业生物学性状表现多样性, 可区分为不同生态类型。抗病砧木种质嫁接高感病接穗的防病效果显著, 种质 BC01、BC03、BC04、BC06、J15、J16 高抗青枯病, 嫁接高感病品种表现抗青枯病, 可作为配制抗青枯病砧木杂交组合的候选亲本。

关键词: 茄子, 砧木, 嫁接, 青枯病, 抗病性

中图分类号: Q945.52 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2018)08-1015-10

Agricultural biology characters of anvil germplasm and grafting applicability in eggplant (*Solanum melongena*) cultivars

WANG Yuexia, ZHONG Chuan*, ZHAO Wenzong, LIAO Jianjie, FU Huizhen, YANG Yanjuan, YU Wenjin

(College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530004, China)

收稿日期: 2018-03-18

基金项目: 国家自然科学基金 (31660568); 广西创新驱动发展项目 (科技重大专项, 桂科 AA17204039-2, 桂科 AA17204026-1); 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科攻 1598006-2C, 桂科攻 14121006-5-5) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (31660568); Special Program of Guangxi Innovation-Driven Development (Major Science and Technology Program, AA17204039-2, AA17204026-1); Guangxi Science Research and Technology Development Programs (1598006-2C, 14121006-5-5)]。

作者简介: 王岳霞 (1993-), 女, 河南周口人, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜种质抗性评价及嫁接生理, (E-mail) 1498026980@qq.com。

*通信作者: 钟川, 助理研究员, 研究方向为园艺植物遗传育种及抗性机制, (E-mail) 825964063@qq.com。

Abstract: Bacterial wilt is a soil-borne disease that occurs generally in tropical and subtropical regions. Grafting with disease-resistant rootstocks is an effective way to control bacterial wilt in eggplant vegetables. For the combination of eggplant rootstock with excellent resistance to disease and graft applicability, the germplasm of eleven eggplant cultivars collected at home and abroad were evaluated by agricultural biology and the identification of bacterial wilt resistance. The effects of different anvil germplasm on the growth of grafted seedlings were also studied. The results showed that fruit types were: oval 5, obovate 2, long oval 4; young fruit color had purple 7, lavender 1, green 1, light green 2; the color of the old ripe fruit was yellow; the main stems of germplasm J14, J15, J16, J17 were purple, the rest were green; petal color of J61 was white, the rest were purple or lavender. The graft survival rate of eggplant germplasm and high susceptibility wilt eggplant cultivars reached 80% and the highest was 97%. The disease resistance of rootstock to bacterial wilt were identified by rooting and root inoculation at seedling stage. There were nine seedstocks with high resistance (HR), the disease index was 3.67–12.33, and six rootstocks germplasm (BC01, BC03, BC04, BC06, J15, J16) were susceptible to disease (R) after grafting, and the disease index was 16.67–21.00. Nvil germplasm can significantly improve the growth of scions, and the growth rates of the biomass of grafted seedlings BC01, BC03, BC04, BC06, J15 and J16 were significantly higher than those of other germplasms. According to the comprehensive test results, the diversity of agricultural biology characters of anvil germplasm of eggplant cultivars can be divided into different ecological types. The disease-resistant rootstock grafted with high-susceptible scion was effective, the germplasm (BC01, BC03, BC04, BC06, J15, J16) were resistant to bacterial wilt, which could be used as a candidate parent for the combination of resistance to bacterial wilt rootstock.

Key words: eggplant, rootstock, graft, bacterial wilt, disease resistance

茄子(*Solanum melongena*)是茄科茄属一年生草本植物,果实可食用,颜色多为紫色或紫黑色,也有绿色、白色品种,果型有圆形、椭圆、棒形、梨形、长条形等。茄子在世界大多数地区都有栽培,尤以亚洲、非洲、地中海沿岸等种植广泛,其中亚洲茄子产量占世界总产量的86%(齐东霞等,2017)。近年来,茄子生产上青枯病等土传病害日益严重,一般年份造成减产20%~30%,严重时可达50%~60%,甚至绝收(蔡鹏等,2015;封林林等,2000)。青枯病是由茄青枯拉尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的一种导管性病害,发生的最适温度为25~30℃,可侵害50多个科的数百种植物,病原菌从植株根部入侵,先在根皮层细胞间隙等处定殖,而后在导管及相邻组织内迅速增殖扩散,阻塞和破坏维管系统,最终导致植物枯萎死亡,世界各茄果类蔬菜产区均有发生(Tsuchiya, 2004; Smith, 1896)。

到目前为止,对青枯病仍缺少有效可靠的药剂防治(李素梅,2008;郑阳霞等,2005),采用抗病砧木进行嫁接栽培是防治青枯病的最有效方法(吕卫光等,2000; Lee, 1989; Masudu, 1989;

Masudu & Gomi, 1984),抗病砧木不仅能提高感病茄子接穗的抗病性,还可提高接穗对非生物胁迫的抗性(赵曾菁,2016)。茄子生产中最常用的砧木是水茄(又名托鲁巴姆,*Solanum torvum*),其优点是对多种土传病害有抗性(张锡玉等,2012),但缺点是种子休眠性极强,发芽率低、发芽势差,苗期生长缓慢,茎叶带刺不便于嫁接操作,不适合大规模工厂化嫁接育苗(赵渊渊,2015),筛选或选育新砧木代替托鲁巴姆是茄子砧木育种的重要研究方向。张红浩等(2015)对14份茄子砧木种质进行了抗病性鉴定,筛选出高抗青枯病的野生种质7份,刘富中等(2005)鉴定了32份茄子野生及近缘种对青枯病的抗性,发现免疫种质2份,高抗种质6份。这些研究筛选出的青枯病抗源多数是不同生态类型的水茄种或赤茄种(*S. integrifolium*),而有关茄子栽培种(*S. melongena*)砧用种质的研究鲜有报道。本文研究了国内外11份茄子栽培种砧用种质的农业生物学性状,评价了砧木种质自根苗和嫁接苗对青枯病的抗病性,筛选出具有良好抗病性及嫁接亲和性的砧木种质,为茄子抗青枯病砧木育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试植物材料为国内外的 11 份茄子栽培种砧用种质的高代自交系, 编号 BC01、BC02、BC03 来源中国广西, BC04 来源中国山东, BC06 来源中国台湾, A01、J61、J14、J15、J16、J17 来源日本。Rf 是华南地区普遍栽培的紫红茄类型品种之一。茄子青枯病原菌由广西大学农学院植物病理研究室提供, 接种感病植株后分离纯化于实验室 4 ℃ 保存, 经致病性检验后用于接种试验。

1.2 方法

1.2.1 田间种植 在广西大学蔬菜基地露地种植供试砧木种质。种子用 55 ℃ 温水浸种催芽后, 播于装有育苗基质(椰糠: 泥炭 = 1: 1) 的 72 孔穴盘中进行育苗, 待幼苗长至 4~5 片真叶后定植大田。每个编号种植 15 株, 株距 50~60 cm, 行距 65~75 cm, 采用常规大田茄子栽培技术进行水肥管理。参考国际植物新品种保护联盟颁布的 *Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability Eggplant* (TG/117/4) 和《茄子种质资源描述规范和数据标准》(李锡香, 2006) 调查株高、主茎颜色、叶长、叶宽、始花天数、果实等农业生物学性状。

1.2.2 嫁接 以 11 份茄子栽培种砧用种质为砧木, 以高感青枯病的茄子栽培品种 Rf 为接穗, 幼苗 3 片真叶时采用 C 型套管贴接法嫁接, 以砧木自根嫁接苗作为对照。嫁接后遮阴, 保持白天温度 25~28 ℃, 夜间温度 20~22 ℃, 相对湿度 90%~95% 促进愈合, 第 3 天开始炼苗, 第 7 天结束炼苗, 第 15 天统计嫁接成活率并将嫁接苗移栽至 9 cm × 8 cm 的育苗杯中, 用于青枯病抗病性鉴定及植株生物量的测定, 按照常规方法进行管理。

1.2.3 青枯菌接种 砧木自根苗和嫁接苗长至 4~5 片真叶时, 采用苗期伤根-浸根接种法人工接种青枯菌(浓度 5×10^8 cfu · mL⁻¹)。每个嫁接组合接种 75 株, 3 次重复, 接种后置于人工气候箱内培养 28 d, 培养条件为每天光期 14 h, 温度 30 ℃, 光照强度 7 000 lx; 黑期 10 h, 温度 25 ℃; 空气相对湿度

为 70%, 培养期间统一水肥管理。

1.2.4 生长指标测定 接种青枯菌前和接种后 28 d 分别取样测定生长指标, 每个嫁接组合取样 10 株, 取其平均值。用直尺测定株高, 用游标卡尺测定上下胚轴粗度, 用千分位电子天平称量鲜干重; 根长、根系表面积参考尹晓霞(2014) 方法用方正扫描仪(Founder Z2400) 和根系分析软件(WinRHIZO 2009c) 测定。

相对增长率 = (接种 28 d 测量值 - 接种前测量值) / 接种前测量值 × 100%。

1.2.5 病情分级和抗病性评价标准 参考刘富中等(2005) 方法, 接种青枯菌后每 7 d 观察记录植株的发病率和病情级别, 计算病情指数, 评价抗病水平。病情分级标准为 0 级: 无明显症状; 1 级: 1 片叶萎蔫; 2 级: 2~3 片叶萎蔫; 3 级: 4 片叶以上萎蔫; 4 级: 整株萎蔫或死亡。病情指数: $DI = \sum(\text{病级} \times \text{该病级株数}) / (\text{最高病级} \times \text{调查株数}) \times 100$ 。抗青枯病评价标准为 I: 免疫(DI=0); HR: 高抗(0<DI≤15); R: 抗病(15<DI≤30); MR: 中抗(30<DI≤45); S: 感病(45<DI≤60); HS: 高感(DI>60)。

1.3 统计分析

利用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行处理数据的处理及作图, 采用 Duncan's multiple-range test ($P=0.05$) 和主成分分析法进行多重比较和分析。

2 结果与分析

2.1 茄子栽培种砧用种质的农业生物学性状

根据田间栽培观测结果, 11 份供试茄子砧木资源中, J61、BC01、BC02、BC03 属茄子栽培变种(*S. melongena* var. *esculentum*), 其余 7 份种质资源均属茄子栽培种(*S. melongena*)。供试种质的株高差异较大, 最高是 J17(为 103.20 cm), 最低是 J15(为 71.30 cm); 主茎有绿色和紫色两种, J14、J15、J16、J17 的主茎为紫色, 其余 7 份种质主茎为绿色; BC04 叶长最大(为 25.56 cm), BC03 叶宽最大(为 23.05 cm); 始花期最早是 J14(31 d), 最迟是 J61(57 d); 开花结果习性除 BC04、BC06 为花序外, 其余均为单花结果; 花瓣颜色多数为紫色, 其中 BC04、BC06 为浅紫色, J61 为白色, 其余 8 份

表 1 茄子栽培种砧用种质的农业生物学性状

Table 1 Agricultural biological characteristics of eggplant anvil germplasm

种质编号 Germplasm code	株高 Plant height (cm)	主茎色 Stem color	叶片 Leaf		始花期 Days before first flowering (d)	花色 Flower color	结果习性 Fruiting habit	单果重 Single fruit weight (g)	幼果果色 Young fruit color	老熟果色 Mature fruit color	果型 Shape of fruit
			长 Length (cm)	宽 Width (cm)							
BC01	96.27	绿 Green	19.75	14.65	46	紫 Purple	单果 Single fruit	103.32	紫 Purple	黄 Yellow	卵圆 Oval
BC02	94.53	绿 Green	23.95	19.50	43	紫 Purple	单果 Single fruit	108.06	紫 Purple	黄 Yellow	卵圆 Oval
BC03	95.77	绿 Green	25.25	23.05	49	紫 Purple	单果 Single fruit	130.58	紫 Purple	黄 Yellow	倒卵 Obovate
BC04	99.41	绿 Green	25.56	18.23	40	浅紫 Light purple	2~6 果/花序 2~6 Fruit/ Inflorescence	202.71	淡绿 Light green	黄 Yellow	倒卵 Obovate
BC06	90.10	绿 Green	19.60	13.80	34	浅紫 Light purple	3~8 果/花序 3~8 Fruit/ Inflorescence	180.58	绿 Green	黄 Yellow	卵圆 Oval
A01	100.20	绿 Green	17.69	12.35	41	紫 Purple	单果 Single fruit	213.50	淡紫 Light purple	黄 Yellow	卵圆 Oval
J61	98.72	绿 Green	18.72	14.53	57	白 White	单果 Single fruit	264.70	淡绿 Light green	黄 Yellow	卵圆 Oval
J14	86.70	紫 Purple	12.77	8.79	31	紫 Purple	单果 Single fruit	168.97	紫 Purple	黄 Yellow	长卵圆 Long ovoid
J15	71.30	紫 Purple	11.92	9.67	33	紫 Purple	单果 Single fruit	116.36	紫 Purple	黄 Yellow	长卵圆 Long ovoid
J16	67.72	紫 Purple	13.21	8.97	37	紫 Purple	单果 Single fruit	578.53	紫 Purple	黄 Yellow	长卵圆 Long ovoid
J17	103.20	紫 Purple	19.81	18.91	37	紫 Purple	单果 Single fruit	820.16	紫 Purple	黄 Yellow	长卵圆 Long ovoid

注：定植后 50 d 测定株高和叶片长宽；始花期指定植后至 50% 植株的门茄开花的天数。

Note: Plant height, leaf length and leaf width were measured after 50 d of cultivation; the initial flowering period is the days after planting to 50% plants.

种质为紫色(表 1)。果型差异大,BC03、BC04 为倒卵形,J14、J15、J16、J17 为长卵圆,其余均为卵圆形;单果重最高为 820.16 g (J17),最小为 116.36 g (J15),短茄果实大小不一,单果均重在 103.32~264.70 g 之间;幼果颜色有紫色、淡紫色、绿色和淡绿色四种,成熟果色均为黄色(表 1,图 1)。以上结果表明,供试的 11 份茄子栽培种砧用种质的植株和果实性状差异明显,根据果实性状的表现分为短茄(BC03、BC04、BC06、A01)、圆茄(BC01、BC02、J61)、长茄(J14、J15、J16、J17)三类,属于茄子栽培种的不同生态类型。

2.2 茄子栽培种砧用种质的嫁接成活率

供试砧木种质的自根嫁接成活率与砧穗嫁接

成活率无显著性差异。供试砧木种质与高感青枯病茄子品种 Rf 的嫁接成活率均在 80% 以上,BC06 嫁接成活率为 97.00%,显著高于其他编号的嫁接成活率;BC01、BC03、J16 的嫁接成活率分别为 93.33%、92.00%、91.00%,三者无显著差异;J61、J15 的嫁接成活率分别为 85.67%、89.33%,J14 的嫁接成活率最低(为 81.67%)(图 2),说明茄子栽培种砧用种质与茄子的嫁接亲和性强。

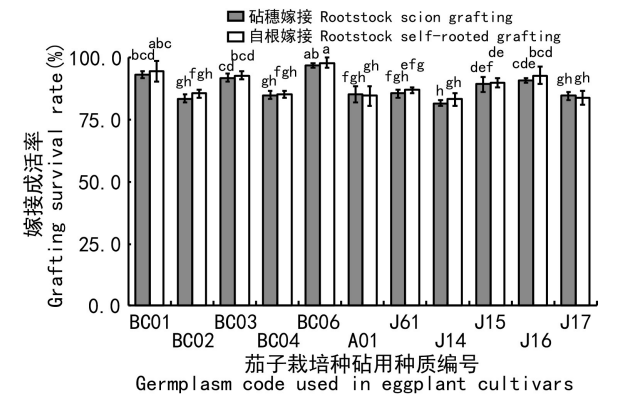
2.3 茄子栽培种砧用种质自根苗和自根嫁接苗抗青枯病表现

接种青枯菌 28 d,茄子栽培种砧用种质自根苗的青枯病发病率为 4.00%~32.26%,枯死率为 2.26%~20.97%,病情指数为 3.67~26.61(表 2);



图 1 茄子栽培种砧用种质的果实性状
Fig. 1 Fruit characters of eggplant anvil germplasm

自根嫁接苗的发病率为 4.00%~23.33%, 枯死率为 1.33%~12.90%, 病情指数为 3.33~18.15(表 3)。各种质的自根苗和自根嫁接苗的抗性水平无显著性差异,除 A01、J61 表现抗病(R)外,其余 9



注:误差条表示标准误, $n=3$, 不同字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Error bar represent standard error, $n=3$, different letters mean significant differences at 0.05 level. The same below.

图 2 茄子栽培种砧用种质与感病接穗品种的嫁接成活率
Fig. 2 Grafting survival rate of anvil germplasm and susceptible varieties of eggplant cultivars

表 2 茄子栽培种砧用种质自根苗对青枯病的抗性表现
Table 2 Resistance of self-rooted seedlings of eggplant cultivated anvil to *Ralstonia solanacearum*

自根苗 Self-rooted seedling	发病率 Incidence rate (%)	枯死率 Death rate (%)	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation
BC01	4.00	2.67	3.67	HR
BC02	5.33	2.67	4.67	HR
BC03	5.33	2.67	4.67	HR
BC04	6.67	4.00	6.00	HR
BC06	6.67	4.00	6.00	HR
A01	23.33	23.33	23.33	R
J61	32.26	20.97	26.61	R
J14	12.33	9.33	12.33	HR
J15	8.00	5.33	7.33	HR
J16	6.67	4.00	6.00	HR
J17	8.00	6.67	7.67	HR
Rf(CK)	90.00	90.00	90.00	HS

份种质均表现高抗(HR)。

2.4 茄子栽培种砧用种质嫁接感病接穗抗青枯病表现

供试砧用种质与感病茄子品种 Rf 嫁接, 接种

表 3 茄子栽培种砧用种质自根嫁接苗对青枯病的抗性表现
Table 3 Resistance of the self-rooted grafts of eggplant cultivated anvil to *Ralstonia solanacearum*

自根嫁接苗 Self-rooted graft	发病率 Incidence rate (%)	枯死率 Death rate (%)	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation
BC01	4.00	1.33	3.33	HR
BC02	4.00	2.67	3.67	HR
BC03	5.33	2.67	4.67	HR
BC04	5.33	2.67	4.67	HR
BC06	6.67	2.67	5.67	HR
A01	23.33	6.77	15.00	R
J61	22.58	12.90	18.15	R
J14	16.00	9.33	14.33	HR
J15	8.00	4.00	7.00	HR
J16	8.00	4.00	7.00	HR
J17	9.33	6.67	8.67	HR
Rf(CK)	86.67	86.67	86.67	HS

青枯菌 28 d, 植株发病率为 18.67% ~ 66.70%, 枯死率为 10.67% ~ 40.98%, 病情指数为 16.67 ~ 49.59 (表 4)。其中, BC01、BC03、BC04、BC06、J15、J16 的嫁接苗表现抗病(R), A01、BC02、J14、J17 的嫁接苗表现中抗(MR)。与自根苗和自根嫁接苗(表 2, 表 3)相比, 茄子栽培种砧用种质嫁接感病接穗后的发病率、枯死率、病情指数均升高, 说明感病接穗通过砧穗互作影响嫁接苗的抗病表现。

2.5 茄子栽培种砧用种质嫁接感病接穗的生长量

2.5.1 不同砧木对嫁接植株高度和上胚轴粗度的影响

砧木种质嫁接高感青枯病茄子品种接种青枯菌 28 d, 不同砧木嫁接苗的株高和上胚轴粗的增长率均高于高感青枯病茄子品种的自根嫁接苗。BC01、BC02 的嫁接苗的株高增长率分别为 54.95%、54.74%, 显著高于其他嫁接苗, J14、BC03、BC04、J15 的嫁接苗株高增长率在 33.87% ~ 41.84% 之间, 其他编号的株高增长率低于 35% (图 5:A)。BC01、BC02、BC03 嫁接苗的上胚轴粗

表 4 茄子栽培种砧用种质嫁接感病
接穗对青枯病的抗性表现

Table 4 Resistance of grafted seedling of eggplant
cultivated anvil and susceptible scion
to *Ralstonia solanacearum*

嫁接组合 (接穗/砧木) Grafting combination (scion / root stock)	发病率 Incidence rate (%)	枯死率 Death rate (%)	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation
Rf/BC01	22.67	16.00	21.00	R
Rf/BC02	46.67	21.33	40.33	MR
Rf/BC03	21.33	14.67	19.67	R
Rf/BC04	20.00	10.67	17.67	R
Rf/BC06	21.33	12.00	19.00	R
Rf/A01	66.70	16.70	37.50	MR
Rf/J61	55.74	40.98	49.59	S
Rf/J14	45.33	30.67	41.67	MR
Rf/J15	22.67	12.00	20.00	R
Rf/J16	18.67	10.67	16.67	R
Rf/J17	44.00	26.67	39.67	MR
Rf/ Rf(CK)	86.67	86.67	86.67	HS

增长率分别为 32.82%、34.73%、38.56%，显著高于其他编号的增长率(图 5:B)。说明茄子栽培种砧用种质 BC01、BC02、BC03、BC04、J14、J15 显著促进嫁接苗株高和上胚轴的生长。

2.5.2 不同砧木对嫁接植株地上部和地下部鲜干重的影响 接种青枯菌 28 d,BC01 嫁接苗的地上部鲜重增长率最大(41.42%),显著高于其他砧用种质嫁接苗的增长率。BC02、BC03、BC04 嫁接苗的地上部鲜重增长率在 32.79%~36.31%之间,无显著性差异;同时 BC02、BC03 的嫁接苗地上部干重增长率高于 60.00%,显著高于其他砧用种质的嫁接苗。J61 嫁接苗地上部干重增长率最小(30.52%),显著低于其他砧用种质,其余砧用种质嫁接苗增长率在 40.43%~52.54%之间,无显著性差异(图 4:A)。J15、BC03 嫁接苗的地下部鲜重增长率分别为 30.03%、28.98%,BC02、BC04、A01、BC01、BC06、J17 嫁接苗的地下部鲜重增长率

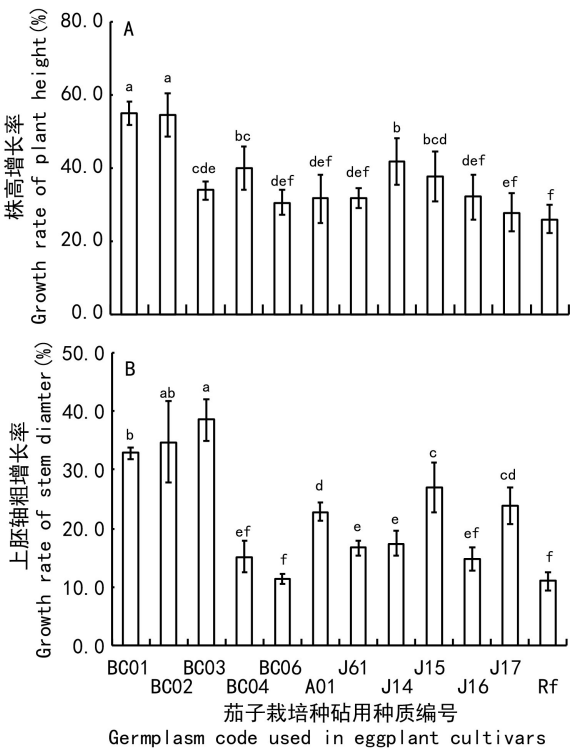


图 3 不同砧木嫁接苗接种青枯菌后
株高和上胚轴粗增长率
Fig. 3 Growth rates of plant height and hypocotyl diameter
of grafted seedlings of different rootstocks after
inoculation of *Ralstonia solanacearum*

在 23.38%~26.34%之间,显著高于其余 3 个种质。BC01 地下部的干重增长率最大(47.72%),BC03、BC06、A01、J15 嫁接苗的地下部干重增长率在 45.92%~42.47%之间,显著高于其余 6 个种质(图 4:B)。以上结果说明,砧木种质嫁接苗在青枯菌胁迫条件下,均可促进嫁接苗地上部和地下部的生长,其中 BC02、BC03、J15 表现最好。

2.5.3 不同砧木对嫁接植株总根长和根系表面积的影响 接种青枯菌 28 d,BC01、J14 嫁接苗总根长增长率分别为 43.52%、37.16%,显著高于其他种质嫁接苗,J61、BC06 嫁接苗总根长增长率较小,分别为 18.48%、18.92%,其余种质嫁接苗的增长率在 24.24%~32.52%之间(图 5:A)。BC03 嫁接苗的根系表面积增长率最大(18.12%),BC01、BC04、J14、J16 嫁接苗的增长率在 15.02%~17.06%之间,与 BC03 嫁接苗差异不显著,A01、

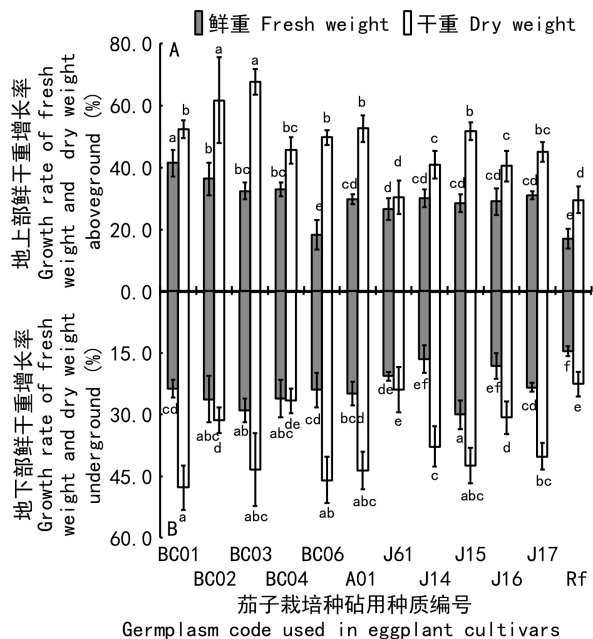


图 4 不同砧木嫁接苗接种青枯菌后地上部和地下部的鲜干重增长率

Fig. 4 Growth rates of fresh weight and dry weight of above ground and underground parts of grafted seedlings of different rootstocks after inoculation of *Ralstonia solanacearum*

J61、BC02、BC06 的根系表面积增长率在 12.25% ~ 13.44% 之间,显著低于其他种质嫁接苗(图 5:B)。说明砧木种质 BC01、BC03、BC04、J14、J16 嫁接苗根系较发达。

3 讨论与结论

研究作物种质资源的生物学性状,发掘抗病性等可利用性状是合理配制杂交组合和选育新品种的基础。本研究通过对国内外 11 份茄子栽培种砧用种质进行田间栽培对比,明确了供试种质的农业生物学性状,植株高度、主茎颜色、花瓣颜色、果型及果面颜色、果实大小等性状存在多样性。

对嫁接成活率、植株生长量等多个方面进行评价,是全面、准确筛选优良砧木的基础。嫁接成活率是反映嫁接亲和性的重要指标,嫁接成活后植株的生长、品质等指标是评价共生亲和性的重

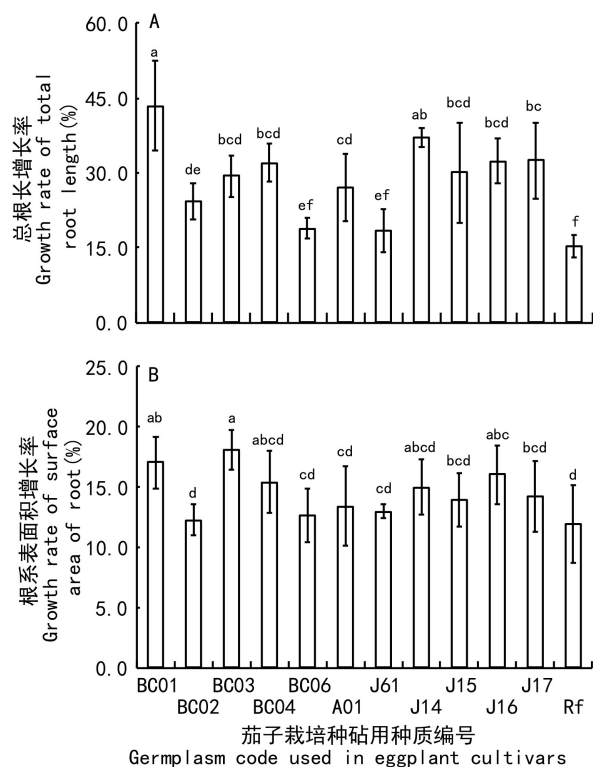


图 5 不同砧木嫁接苗接种青枯菌后总根长、根系表面积的增长率

Fig. 5 Growth rates of total root length and root surface area of grafted seedlings of different rootstocks after inoculation of *Ralstonia solanacearum*

要指标(李正为,2012)。试验结果表明:供试砧木种质与感病茄子栽培品种嫁接亲和性较强,嫁接成活率均达到 80% 以上,其中编号 BC02、BC04、A01、J61、J14、J15 的嫁接成活率为 81.67% ~ 89.33%,编号 BC01、BC03、BC06、J16 的嫁接成活率均超过 90%,最高可达 97%(BC06)。

嫁接的本质即换根,大量研究表明:蔬菜作物嫁接后,生长代谢特征发生了显著变化,植株生长受到明显促进(阳燕娟等,2011)。孙丽丽等(2014)发现砧木嫁接能显著提高番茄植株的总干质量;雷鸣(2011)发现嫁接苗根系比对照发达。本研究表明:采用抗病砧木嫁接后,均显著提高了茄子植株的株高、上胚轴粗、地上下部干鲜重、根长及根系表面积。这说明嫁接植株利用砧木较为发达的根系,增强了植株的吸收能力,从而提高植株的生长状况。

伤根灌根法是鉴定茄子幼苗抗青枯病的主要接种方法,本研究采用苗期伤根-浸根接种法鉴定茄子栽培种砧用种质对青枯病的抗病性,结果表明有 9 份种质的自根苗表现高抗青枯病。砧用种质自根嫁接苗的抗病性与其自根苗基本相同,发病率和病情指数虽略有增加,但抗病水平保持一致。砧用种质嫁接感病茄子品种,嫁接苗中 6 份表现抗青枯病(R),4 份表现中抗(MR),说明抗病砧木种质嫁接高感接穗的防病效果显著。

国内外有关植物抗青枯病的机理已有不少研究报道,Nakahok et al(2000)的研究表明一些植物抗青枯病机制是根部的特殊结构可以把病原菌限制在局部区域。乐素菊等(1996)发现抗病材料的根部大导管分子较感病材料短,起过滤和阻隔病菌作用的筛板较多,根部维管组织和病原菌有明显的粘连现象,对病原菌有限制作用。嫁接苗是在砧穗亲和反应下,形成一个既不同于接穗自根苗又不同于砧木自根苗的嫁接体(孟鹏,2015),砧木中与抗病相关的物质会向上传导,接穗中与感病相关的物质也会向下传导(姜飞,2010)。本研究结果显示抗病砧木与感病接穗嫁接后,接穗的抗病性提高,防病效果显著,但抗病性比砧木自根苗和砧木自根嫁接苗降低,这可能是抗感砧穗互作效应的影响,其机理机制有待于后继研究。

综合研究结果,茄子栽培种砧用种质 BC01、BC03、BC04、BC06、J15、J16 嫁接成活率高,自根苗和自根嫁接苗高抗青枯病,嫁接高感病品种后表现抗青枯病,促进嫁接苗生长,可作为配制抗青枯病砧木杂交组合的候选亲本。

参考文献:

- CAI P, LI YJ, LIU DC, et al, 2015. Effect of rootstock solanum torvum on growth performance, yield and quality of eggplant in summer and autumn [J]. SW Chin J Agric Sci, 28(3): 1201-1204. [蔡鹏,李跃建,刘独臣,等,2015. 砧木托鲁巴姆嫁接对夏秋茄子生长特性、产量与品质的影响[J]. 西南农业学报,28(3):1201-1204.]
- FENG LL, QU DY, JIN LP, et al, 2005. Research progress of eggplant resistance to bacterial wilt [J]. Chin Veg, (5): 47-50. [封林林,屈冬玉,金黎平,等,2000. 茄子抗青枯病研究进展[J]. 中国蔬菜,(5):47-50.]
- JIANG F, 2010. Study on physiological mechanism of grafting to improve resistance to root rot of pepper [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University. [姜飞,2010. 嫁接提高辣椒根腐病抗性的生理生化机制[D]. 泰安:山东农业大学.]
- LEI M, 2001. Effects of graft on the resistance to withered wilt of watermelon [J]. J Anhui Agric Sci, 29(5):655-656. [雷鸣,2001. 嫁接对西瓜枯萎病抗性的影响[J]. 安徽农业科学,29(5):655-656.]
- LE SJ, LIANG CY, WU DH, 1996. Preliminary study on structural difference of resistance and susceptible varieties (lines) of tomato bacterial wilt [J]. J S Chin Agric Univ, 17(2): 50-53. [乐素菊,梁承愈,吴定华,1996. 番茄青枯病抗、感品种(系)结构性差异初探[J]. 华南农业大学学报,17(2):50-53.]
- LEE JM, 1989. On the cultivation of grafted plants of cucurbitaceous vegetables [J]. J Kor Soc Hortic Sci, 30(3): 169-179.
- LI SM, 2008. Graft and its melioration effect on vegetable [J]. J Hebei Agric Sci, 12(1):44-46, 48. [李素梅,2008. 嫁接及其对蔬菜作物的改良作用[J]. 河北农业学报,12(1):44-46,48.]
- LI XX, 2006. Eggplant germplasm resources description specification and data standard [M]. Beijing:Chinese Agricultural Press. [李锡香,2006. 茄子种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社.]
- LI ZW, 2012. Evaluation of germplasm resources of tomato stock and proof by grafting experiment [D]. Nanning: Guangxi University. [李正为,2012. 番茄砧木种质资源的评价与嫁接研究[D]. 南宁:广西大学]
- LIU FZ, LIAN Y, FENG DX, et al, 2005. Identification and evaluation of resistance to bacterial wilt in eggplant germplasm resources [J]. J Plant Gene Resourc, 6(4): 381-385. [刘富中,连勇,冯东昕,等,2005. 茄子种质资源抗青枯病的鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,6(4):381-385.]
- LÜ WG, ZHANG CL, YUAN F, et al, 2000. Preliminary study on the mechanism of grafting in reducing cucumber continuous cropping [J]. Acta Agric Boreal-Sin, (15):153-156. [吕卫光,张春兰,袁飞,等,2000. 嫁接减轻设施黄瓜连作障碍机制初探[J]. 华北农学报,(15):153-156.]
- MASUDU M, 1989. Mineral concentration in xylem exudates of tomato and cucumber plants at midday and midnight [J]. J Jpn Soc Hortic Sci, 58(3): 619-625.
- MASUDU M, GOMI K, 1984. Mineral absorption and oxygen consumption in grafted and nongrafted cucumber [J]. J Jpn Soc Hortic Sci, 52(4):414-419.
- MENG P, 2015. Research progress of interaction between scion and stock [J]. Shelter For Technol, 2(2):60-61. [孟鹏,2015. 接穗与砧木互作研究进展[J]. 防护林科技,2(2):60-61.]
- MO HK, QIN D, LI CC, et al,2013. Study of graft compatibility and symbiosis for tomato stock varieties [J]. Modern Agric Sci

- Technol, (22):65-66, 68. [莫豪葵, 秦东, 刘春长, 等, 2013. 番茄不同砧木嫁接亲和性与共生性研究 [J]. 现代农业科技, (22):65-66, 68.]
- NAKAHOK K, HIBINO H, MIYAGAWA H, 2000. Possible mechanisms of limiting movement of *Ralstonia solanacearum* in resist tomato tissues [J]. J Phytopathol, 148(3): 181-190.
- QI DX, ZHANG Y, LIU FZ, et al, 2017. Genet diversity among Chinese and russian eggplant (*Solanum melongena*) germplasm resources [J]. J Plant Gene Resourc, 18(3): 404-412. [齐东霞, 张映, 刘富中, 等, 2017. 中俄茄子种质资源遗传多样性的研究 [J]. 植物遗传资源学报, 18(3):404-412.]
- SMITH EF, 1896. A bacterial disease of tomato, pepper, eggplant and Irish potato (*Bacillus solanacearum. nov sp.*) [J]. Veg Physiol Pathol Bull, (12): 1-28.
- SUN LL, XU Y, GUO SR, et al, 2014. Effects of different rootstocks on survival rate, seedling growth, yield and fruit quality of grafted tomato [J]. J Nanjing Agric Univ, 37(5):55-62. [孙丽丽, 徐扬, 郭世荣, 等, 2014. 不同砧木嫁接对番茄成活率、生长及果实品质的影响 [J]. 南京农业大学学报, 37(5):55-62.]
- TSUCHIYA K, 2004. Molecular biological studies of *Ralstonia-solanacearum* and related plant pathogenic bacteria [J]. J Gene Plant Pathol, 70: 385-387.
- WEI HM, 2013. Identification of resistance to bacterial wilt and verticillium wilt of eggplant rootstock germplasm and studying the quantitative genetic [D]. Nanning: Guangxi University. [韦慧明, 2013. 茄子砧木种质资源对青枯病和黄萎病的抗性鉴定及数量遗传研究 [D]. 南宁:广西大学.]
- YANG YJ, GUO SR, LI J, 2011. Effects of grafting on the soluble protein expression in watermelon seedlings under salt stress [J]. J Nanjing Agric Univ, 34(2):54-60. [阳燕娟, 郭世荣, 李晶, 等, 2011. 嫁接对盐胁迫下西瓜幼苗生长和可溶性蛋白表达的影响 [J]. 南京农业大学学报, 34(2):54-60.]
- YIN XX, 2014. Effects of aerated irrigation on soil organic environment of tomato root zone in greenhouse [D]. Yangling: Northwest A & F University. [尹晓霞, 2004. 加气灌溉对温室番茄根区土壤环境及产量的影响研究 [D]. 杨凌:西北农林科技大学.]
- ZHANG HH, HUANG LT, WEI HM, et al, 2015. Evaluation on diversity and disease resistance of eggplant rootstock germplasm resources [J]. J S Agric, 46(7): 1232-1236. [张红浩, 黄丽桃, 韦慧明, 等, 2015. 茄子砧木种质资源的多样性及抗病性鉴定 [J]. 南方农业学报, 46(7):1232-1236.]
- ZHANG N, WANG ZM, YU XH, et al, 2013. Analysis of genetic diversity morphological marker in eggplant germplasm resources [J]. Chin Veg, (14):46-52. [张念, 王志敏, 于晓虎, 等, 2013. 茄子种质资源遗传多样性的形态标记分析 [J]. 中国蔬菜, (14):46-52.]
- ZHANG XY, ZHANG XY, GUO JJ, et al, 2012. Technical specification for management of grafted nursery stock of eggplant [J]. Chin Veg, (1):43-44. [张锡玉, 张晓艳, 国家进, 等, 2012. 茄子工厂化嫁接育苗管理技术规程 [J]. 中国蔬菜, (1):43-44.]
- ZHAO YY, 2015. Effects of temperature and light on healing of tube grafted solanaceous vegetable seedlings [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [赵渊渊, 2015. 温光环境因子对茄果类蔬菜套管嫁接苗愈合的影响 [D]. 北京:中国农业科学院.]
- ZHAO ZJ, 2016. The research of resistance to bacterial wilt and male sterility characteristic in eggplant rootstock germplasms [D]. Nanning: Guangxi University. [赵曾菁, 2016. 茄子砧木种质资源对青枯病的抗性级雄性不育特性的研究 [D]. 南宁:广西大学.]
- ZHENG YX, ZHONG Y, LI NF, 2005. Research progress on the effects of vegetables grafting on physiological and biochemical characteristics [J]. J N Horti, (1):7-8. [郑阳霞, 钟宇, 李能芳, 2005. 嫁接对蔬菜生理生化特性影响的研究进展 [J]. 北方园艺, (1):7-8.]