



嫁接砧木对关中东部越冬番茄生长及果实品质的影响

任平¹, 阮祥稳², 李英梅¹, 张锋¹, 洪波¹,
赵伟³, 王远征¹, 陈志杰¹, 付博¹

(1. 陕西省生物农业研究所, 西安 710032; 2. 陕西省酶工程技术中心, 陕西临潼 710006;
3. 渭南市农业技术推广中心, 陕西渭南 714000)

摘要 以‘金鹏 11’为接穗, 选用 10 个番茄砧木品种分别嫁接, 在关中东部日光温室越冬栽培, 采用隶属函数法, 分析砧木品种对嫁接番茄生长发育和果实产量的影响; 通过对嫁接成活率、定植成活率、商品果率、果实产量和品质等 13 项单项指标进行量化分析, 采用“综合满意度”法对嫁接砧木进行综合评价。结果表明: ‘金砧 1 号’‘金砧 4 号’和‘鲁砧 2 号’3 种砧木的嫁接成活率显著高于对照和其他砧木品种, 其中以‘金砧 1 号’最高, 达 90.67%。嫁接苗定植成活率除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’较低外, 其余砧木均达 95% 以上。嫁接番茄的生长势和产量因砧木不同而表现出显著差异, 隶属函数值评价显示, 除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外, 其余砧木嫁接促进番茄生长, 增产效果较好, 其中‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’的嫁接番茄植株生长最为健壮, 壮苗指数分别为 13.94 和 15.51, 单株产量也较高, 分别为 2.67 kg 和 2.43 kg, 增产率达到 47.51% 和 34.25%。嫁接砧木对番茄果型指数影响不显著。‘金砧 2 号’的商品果率最高, 达 87.28%。不同砧木对果实各营养指标的作用方向不尽一致, 果实的可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、维生素 C 质量分数及糖酸比与对照相比互有高低。在对嫁接番茄单株性状分析的基础上, 采用满意度综合评价认为, ‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’砧木嫁接番茄不仅成活率高, 植株生长健壮, 而且显著提高产量及果实品质, 适应当地土壤和气候条件, 可作为关中东部越冬番茄嫁接砧木选择的优选品种。

关键词 番茄; 砧木; 嫁接; 生长; 产量; 果实品质

中图分类号 S626.4

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2019)03-0422-11

番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 是中国设施栽培面积最大的果菜之一, 在蔬菜生产中占有十分重要的地位。但在中国北方设施生产过程中, 越冬番茄栽培常遭受到土壤病害、低温弱光等生物或非生物环境胁迫, 导致光合速率下降、生长发育缓慢、产量和品质降低。选用抗性砧木进行嫁接栽培已成为保证日光温室越冬番茄高产稳产的技术措施^[1]。

嫁接通过改善植株根系吸收特性和内源激素含量, 提高植株光合能力和保护酶活性, 增加抗性和产量, 改进果实品质^[2]。番茄嫁接栽培在河南、山东、广西、宁夏等地都得到广泛的推广应用, 但在陕西番茄嫁接栽培处于空白领域, 其主要原因是可推广利用的抗性砧木品种资源较少, 缺乏适

宜当地生态环境的抗性砧木品种。

砧木通过影响生物量分配来调节营养生长和果实发育, 通过调节 pH、可溶性糖等指标来影响果实品质^[3-4]。这些影响主要来自环境因子和砧穗互作, 由于砧木的基因型与接穗不同, 土壤、根系和地上部之间的互作非常复杂, 田间试验测试是砧穗组合筛选的有效途径^[5]。

渭南地处关中东部, 是陕西设施蔬菜栽培面积最大的地区, 其中番茄种植面积 6 667 万 m² 以上, 并有逐年增加的趋势, 但均是针对当地气候和茬口特点开展的番茄品种筛选试验, 有关渭南地区应用砧木嫁接番茄栽培效果试验未见系统的报道。由于品种的区域性很强, 同一砧木品种不同地区的表现不尽相同, 同一地区不同茬口适宜

收稿日期: 2018-05-30 修回日期: 2018-06-26

基金项目: 陕西省科技计划项目(2018NY-035); 陕西省科学院产业化专项(2018K-03); 陕西省重点项目(2017ZDXM-NY-008)。

第一作者: 任平, 女, 副研究员, 研究方向为蔬菜栽培及病虫害防治。E-mail: mysrenping@163.com

通信作者: 付博, 女, 博士, 助理研究员, 研究方向为病虫害绿色防控。E-mail: lisa_265@163.com

嫁接栽培的砧木品种也各不相同。为此,本试验选用 10 个砧木品种与当地的主栽品种进行嫁接,研究不同砧木对嫁接番茄植株生长发育、果实产量及品质的影响效应,为选择和推广适宜关中西部地区越冬茬番茄嫁接栽培的优良砧木品种提供参考,为准确指导生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与供试品种

试验于 2017 年 7 月至 2018 年 4 月在陕西省

科学院大荔现代农业示范基地单栋钢架日光温室内进行。试验地位于渭南市大荔县冯村镇,北纬 34°56',东经 109°43',年均气温 12~14℃,无霜期 199~255 d,年降雨量 600 mm 左右,年日照时数 2 200~2 500 h。试验日光温室长 90 m,跨度 12 m,高 5 m,棚室内温度、光照、湿度条件较为一致。前茬休闲,灌溉方式为滴灌,施肥水平参考当地平均水平。供试番茄接穗品种为‘金鹏 11’,供试番茄砧木品种 10 个(表 1)。

表 1 供试番茄砧木材料及来源

Table 1 The tomato rootstocks and resources in the experiment

序号 No.	供试材料 Test varieties	来源 Origin
1	浙砧 1 号 Zhezhen No. 1	浙江,浙江勿忘农种业股份有限公司 Zhejiang, Zhejiang Wuwangnong Seeds Shareholding Co. Ltd.
2	金砧 1 号 Jinzhen No. 1	陕西,西安金鹏种苗有限公司 Shaanxi, Xi'an Jinpeng Seed
3	金砧 2 号 Jinzhen No. 2	陕西,西安金鹏种苗有限公司 Shaanxi, Xi'an Jinpeng Seed
4	金砧 3 号 Jinzhen No. 3	陕西,西安金鹏种苗有限公司 Shaanxi, Xi'an Jinpeng Seed
5	金砧 4 号 Jinzhen No. 4	陕西,西安金鹏种苗有限公司 Shaanxi, Xi'an Jinpeng Seed
6	番砧 1 号 Fanzhen No. 1	荷兰,南宁市桂福园农业有限公司 Holland, Nanning Guifuyuan Agriculture Co. Ltd.
7	阿纳姆 Arnhem	日本,寿光市沃田农业科技有限公司 Japan, Shouguang Wotian Agricultural Technology co. Ltd.
8	坂砧 18 Banzhen 18	日本,寿光市三江种苗 Japan, Shouguang Sanjiang Seed
9	鲁砧 2 号 Luzhen No. 2	山东,寿光市万宇农业 Shandong, Shouguang Wanyu Agriculture
10	欧砧 006 Ouzhen 006	美国,北京源生态农业科技 America, Beijing Yuanshengtai Agricultural Technology
11	金鹏 11(CK) Jinpeng 11(CK)	陕西,西安金鹏种苗有限公司 Shaanxi, Xi'an Jinpeng Seed

1.2 试验小区设置

试验于 2017-08-02 播种砧木,8 月 10 日播种接穗,9 月 15 日砧木幼苗长至 5 叶 1 心,接穗幼苗长至 3 叶 1 心时采用贴接法嫁接,2017-09-30 按行距 70 cm,株距 40 cm 定植,2018-03-15 拉秧。试验采用随机区组设计,以砧木分别对接穗的嫁接苗为处理,以接穗不嫁接(自根苗)为对照(CK),重复 3 次,每个重复嫁接苗 20 株,共 60 株,田间管理按常规方法进行。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 嫁接成活率调查 嫁接第 10 天调查各处理的嫁接成活率。

嫁接成活率 = 成活株数 / 嫁接总株数 × 100%

1.3.2 定植成活率调查 定植第 30 天调查各处理的定植成活率。

定植成活率 = 田间正常生长嫁接苗株数 / 田间定植株数 × 100%

1.3.3 生长指标测定 定植后第 90 天,在每个重复内随机选取 10 株定点测定生长指标。用刻度尺测量株高和根长,株高为根茎结合处到生长点的长度,根长为根茎结合处到主根根尖的长度;用游标卡尺测量接穗茎粗,测定部位为第 9~10 节处的粗度;测定植株地上、地下部分干物质质量,计算壮苗指数^[6](壮苗指数 = 茎粗 / 株高 × 全株干物质)。

叶面积为番茄植株主干上数第 4 片完全展开

的功能叶面积,测量每片叶的叶长、叶宽,叶面积计算采用曲佳等^[7]的方法进行,并根据该试验所用的番茄品种对公式参数进行修正。修正后的叶面积公式为:

$$y = 3.993 - 3x_1 + 14.900 - 5x_2 + 0.012 - 35x_1x_2 - 303.692 - 2(x_2 \geq 20)$$

$$y = 0.876x_1 + 1.801x_2 + 0.162x_1x_2 - 15.863 \quad (x_2 < 20)$$

式中: y 表示番茄叶面积; x_1 表示叶长,为叶基部至叶尖长度; x_2 表示叶宽,为叶片间最大叶宽。

嫁接砧木对番茄生长和产量影响的评价采用隶属函数值法,计算方法如下:

$$R(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min})$$

$$X_i = \sum X_{ij} / n$$

式中: $R(X_{ij})$ 表示*i*处理*j*指标的隶属函数值; X_{ij} 表示*i*处理*j*指标的测定值; $X_{i\max}$ 和 $X_{i\min}$ 分别表示各处理中指标的最大和最小测定值; X_i 为*i*处理的隶属函数值的平均值; n 为指标数。

1.3.4 果实产量构成调查 果穗数为成功坐果并获得产量的果穗个数;单穗果数为每穗果获得产量的果实数量;单穗产量为每穗果的果实质量;单株果数为每株植株获得产量的果实数。每次采收称得果实质量,拉秧后统计单株果实产量。

1.3.5 品质测定 外观品质测定:主要在果实收获时进行,按照小区统计果型、裂果、畸形果、脐腐果数量,计算商品果率。果型指数^[8]为纵径/横径,果形指数大于1.0为高圆形果,0.86~1.00为圆形果,0.71~0.85为扁圆形果,小于等于0.70为扁形果。商品果率=[总产量-(裂果+畸形果+脐腐果)]/总产量×100%。

果实内在品质测定:每小区取有代表性植株第2穗成熟一致的果实5个进行品质测定,可溶性固形物质量分数采用手持微型糖度计测定;可滴定酸质量分数采用碱液滴定法测定^[9],可溶性糖质量分数采用蒽酮比色法测定^[10],可溶性蛋白质量分数采用考马斯亮蓝 G-520 染色法^[10],维生素 C 质量分数采用 2,6-二氯酚法测定^[9],番茄红素质量分数采用紫外-可见分光光度法测定^[11]。

1.3.6 满意度评价 本研究引入“满意度”指标,综合评价参试品种。参考李鹏等^[12]的研究方法,各品种单项指标的相对满意度计算公式如下:

$$M = (b_i - \text{Min}_{b_i}) / (\text{Max}_{b_i} - \text{Min}_{b_i})$$

式中: M 代表番茄某一单项指标的相对满意

度, b_i 表示某品种某一单项指标的测定平均值, Max_{b_i} 代表所研究10个番茄砧木品种和对照品中某一单项指标平均值的最大值, Min_{b_i} 表示其最小值。

在对单项满意度统计的基础上,通过加权系数法计算各品种的“综合满意度”,公式为:

$$V = \sum W_i M_i$$

式中: V 表示番茄各项指标的综合满意度, M_i 是各单项指标的相对满意度。 W_i 是单项指标的加权系数,取0~1之间,各指标的加权系数之和等于1。鉴于目前国内尚无嫁接番茄相关指标加权系数的研究报道可供参考,为此本研究选定20位农技专家、高校学者及番茄种植者进行了问卷调查,结合当地番茄栽培实际情况,拟定了各项指标权重数。分别为:嫁接成活率0.10,定植成活率0.10,壮苗指数0.15,单果质量0.05,产量0.20,商品率0.10,可溶性固形物质量分数0.05,可溶性糖质量分数0.05,可滴定酸质量分数0.03,糖酸比0.05,维生素C质量分数0.04,可溶性蛋白质量分数0.04,番茄红素质量分数0.04。

1.4 统计分析

应用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 22.0 软件对试验数据进行统计分析,采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较($P < 0.05$)。

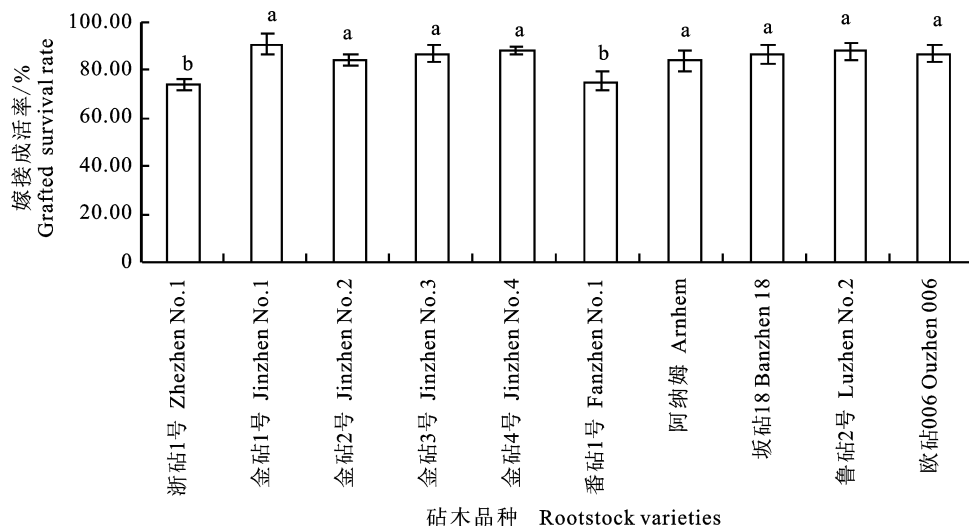
2 结果与分析

2.1 砧木品种对番茄嫁接成活率的影响

砧木与接穗的嫁接成活率是砧木能否大面积推广应用的一个重要指标,反映砧木与接穗的嫁接亲和性^[13],但不同砧穗组合的嫁接亲和性存在差异。从图1可知,‘浙砧1号’和‘番砧1号’的嫁接成活率较低,分别为74.00%和75.33%,显著低于其他砧木品种,其余砧木品种的嫁接成活率都达到80%以上,说明其他砧木品种与接穗‘金鹏11’都具有良好的嫁接亲和性。其中以‘金砧1号’‘金砧4号’和‘鲁砧2号’的嫁接成活率较高,分别为90.67%、88.33%和88.00%。

2.2 砧木品种对番茄定植成活率的影响

砧木对当地土壤环境、气候特征和设施条件的生态适应性,直接决定砧木能否被农业生产所接受。嫁接苗的定植成活率是衡量其生态适应性和栽培成效的关键指标之一。从图2可以看出,除‘浙砧1号’和‘番砧1号’外,其余砧木的定植成活率都达到95%以上,说明其余砧木品种的



不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$) Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level. 下同 The same below

图 1 砧木品种对番茄嫁接成活率的影响

Fig. 1 Effects of rootstock varieties on survival rate of grafted tomato

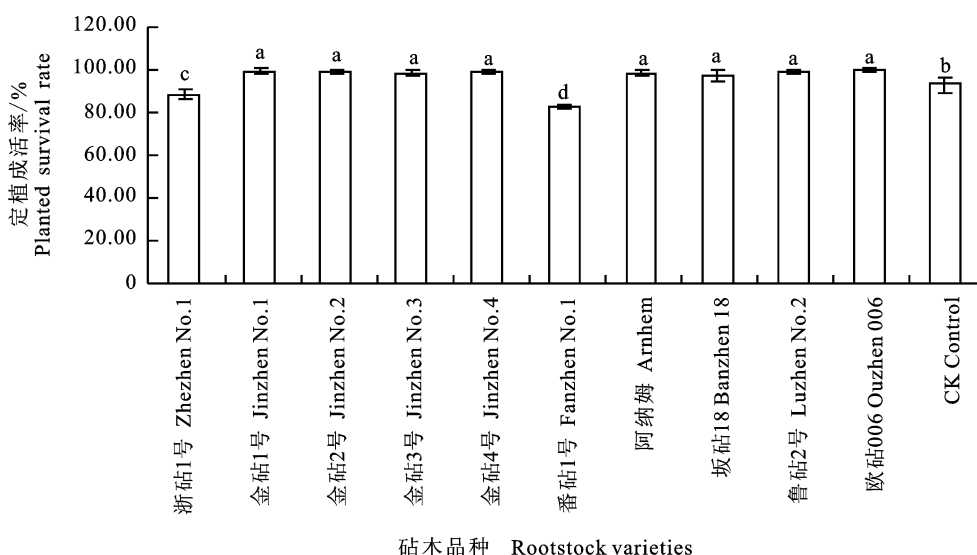


图 2 砧木品种对番茄定植成活率的影响

Fig. 2 Effects of rootstock varieties on survival rate of tomato planting

嫁接苗都具有良好的适应当地生态环境及设施的能力。‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’的定植成活率显著低于其他砧木品种的嫁接苗,分别为 88.33% 和 82.78%,其余砧木品种嫁接苗的成活率差异不显著,其中以‘欧砧 006’的嫁接苗定植成活率最高,为 99.44%。究其原因,可能是由于关中西部渭南市大荔县农业土壤普遍属于碱性土壤,‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’砧木品种抗盐碱能力弱,导致嫁接苗定植成活率偏低。

2.3 砧木品种对嫁接番茄植株生长的影响

生长势反映植物生长发育的旺盛程度,番茄

植株的株高、茎粗、叶面积、壮苗指数都是衡量番茄植株长势的重要指标。从表 2 可知,‘金砧 1 号’砧木嫁接番茄的株高、茎粗、叶面积显著高于对照及其他砧木的嫁接番茄植株,分别为 116.39 cm、14.34 mm 和 219.45 cm²,比对照分别提高 21.59%、22.77% 和 26.77%。与对照相比,‘浙砧 1 号’对嫁接番茄的株高影响不明显,其余砧木嫁接均显著提高了番茄植株的株高。‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’2 种砧木嫁接番茄的茎粗显著高于对照,‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’的叶面积显著低于对照及其他砧木品种。除‘番砧 1 号’外,其余

表 2 砧木品种对嫁接番茄生长的影响($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Effects of rootstock varieties on growth of grafted tomato

砧木 Rootstock	株高/cm Plant height	茎粗/mm Plant diameter	叶面积/cm ² Leaf area	植株干物质质量/g Dry matter mass	壮苗指数 Seedling index
浙砧 1 号 Zhezhen No. 1	99.51±2.25 de	10.00±0.73 d	119.52±6.41 e	82.19±2.28 g	8.27±0.79 fg
金砧 1 号 Jinzhen No. 1	116.39±3.96 a	14.34±1.18 a	219.45±11.33 a	113.29±3.26 ab	13.94±0.68 ab
金砧 2 号 Jinzhen No. 2	100.36±5.24 de	13.17±1.54 ab	155.46±9.14 d	117.70±3.33 a	15.51±2.40 a
金砧 3 号 Jinzhen No. 3	108.52±2.27 b	12.35±0.36 bc	183.42±7.33 bc	88.51±2.76 g	10.07±0.43 def
金砧 4 号 Jinzhen No. 4	103.44±1.91 bcd	12.14±1.56 bc	174.86±14.30 cd	100.04±4.47 ef	11.81±2.22 cd
番砧 1 号 Fanzhen No. 1	108.17±2.65 bc	11.48±0.91 bcd	135.13±12.37 e	75.04±2.21 h	7.95±0.38 g
阿纳姆 Arnhem	102.99±1.79 bcd	11.38±0.36 bcd	160.14±10.78 d	107.29±2.93 cd	11.85±0.48 bc
坂砧 18 Banzhen 18	100.57±2.95 de	10.83±0.23 cd	188.87±6.30 bc	110.37±2.64 bc	11.89±0.56 cd
鲁砧 2 号 Luzhen No. 2	108.78±1.76 b	11.68±1.12 bcd	172.85±14.84 cd	96.03±1.86 f	10.31±1.02 def
欧砧 006 Ouzhen 006	106.52±2.66 bc	11.28±0.70 cd	200.21±9.39 ab	104.88±3.77 de	11.09±0.26 cde
金鹏 11(CK) Jinpeng 11(CK)	95.72±4.73 e	11.68±0.55 bcd	173.11±20.18 cd	77.03±3.16 gh	9.39±0.25 efg

注:用 Duncan's 进行多重比较, 同列数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Note: Duncan's multiple comparisons was conducted, and different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level. The same below.

砧木嫁接番茄的植株干物质明显高于对照,其中以‘金砧 2 号’为最高,达 117.70 g。‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’2 种砧木嫁接番茄的壮苗指数较高,分别为 13.94 和 15.51,‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’嫁接植株的壮苗指数低于对照,分别为 8.27 和 7.95。由表 3 可知,不同砧木的隶属函数值平均值由大到小依次为‘金砧 1 号’‘金砧 2 号’‘欧砧 006’‘金砧 4 号’‘坂砧 18’‘金砧 3 号’‘鲁砧 2 号’‘阿纳姆’对照‘番砧 1 号’和‘浙砧 1 号’,可见,除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外,其余砧木嫁接

对番茄植株生长的促进效果较好。

2.4 砧木品种对嫁接番茄果实产量构成的影响

产量是对番茄植株是否具有栽培价值的最直接反映。果穗数、单穗果数、单果质量、单穗产量和单株果数都是反映番茄产量特征的重要指标,不同砧木嫁接对番茄产量都会产生重要的影响。从表 4 可见,‘金砧 1 号’和‘欧砧 006’较对照显著增加了嫁接番茄的果穗数。‘金砧 3 号’嫁接的单穗果数为 4.70,显著高于对照,‘浙砧 1 号’嫁接的单穗果数为 2.82,显著低于对照。‘金砧 1

表 3 砧木品种对嫁接番茄生长指标隶属函数值的影响

Table 3 Effects of rootstock varieties on membership functions of grafted tomato

砧木 Rootstock	株高 Plant height	茎粗 Plant diameter	叶面积 Leaf area	植株干质量 Dry mass	壮苗指数 Seedling index	隶属函数值平均值 Average of membership functions
浙砧 1 号 Zhezhen No. 1	0.062	0.000	0.000	0.168	0.042	0.272
金砧 1 号 Jinzhen No. 1	1.000	1.000	1.000	0.897	0.792	4.689
金砧 2 号 Jinzhen No. 2	0.109	0.730	0.360	1.000	1.000	3.199
金砧 3 号 Jinzhen No. 3	0.563	0.541	0.639	0.316	0.280	2.339
金砧 4 号 Jinzhen No. 4	0.281	0.493	0.554	0.586	0.511	2.425
番砧 1 号 Fanzhen No. 1	0.543	0.341	0.156	0.000	0.000	1.040
阿纳姆 Arnhem	0.256	0.318	0.406	0.756	0.516	2.252
坂砧 18 Banzhen 18	0.121	0.191	0.694	0.828	0.521	2.355
鲁砧 2 号 Luzhen No. 2	0.577	0.387	0.534	0.492	0.312	2.302
欧砧 006 Ouzhen 006	0.452	0.295	0.807	0.699	0.415	2.668
金鹏 11(CK) Jinpeng 11(CK)	0.000	0.387	0.536	0.047	0.190	1.160

号’‘金砧 2 号’和‘鲁砧 2 号’3 种砧木嫁接显著增加了番茄的单果质量,较对照分别增加 11.67%、17.47%和 11.90%。‘金砧 1 号’‘金砧 2 号’和‘金砧 3 号’的单穗产量与对照相比也显著提高,分别提高 27.89%、25.36%和 30.04%。除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外,砧木嫁接也显著增加了番茄单株果数和单株产量,其中‘金砧 1 号’和‘阿纳姆’的单株果数提高幅度最大,分别为 32.26%和 39.38%,‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’的单株产量较高,分别为 2.67 kg 和 2.43 kg,增幅

达到 47.51%和 34.25%。产量构成因子的相关性分析表明,单株产量与单株果数($r=0.882^{**}$)和单穗产量($r=0.784^{**}$)的相关系数均达到极显著水平($P<0.01$)。由表 5 可知,不同砧木的隶属函数值平均值由大到小依次为‘金砧 1 号’‘金砧 2 号’‘阿纳姆’‘金砧 3 号’‘鲁砧 2 号’‘欧砧 006’‘金砧 4 号’‘坂砧 18’和对照及‘番砧 1 号’‘浙砧 1 号’,可见,除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外,其余砧木嫁接对番茄产量的促进效果较好。

表 4 砧木品种对嫁接番茄果实产量构成的影响($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Effects of rootstock varieties on yield compositions of grafted tomato

砧木 Rootstock	果穗数 Truss number	单穗果数 Fruit number per truss	单果质量/g Mass per fruit	单穗产量/g Yield per truss	单株果数 Fruit No. per plant	单株产量/kg Yield per plant	增长率/% Increased rate
浙砧 1 号 Zhezhen No.1	4.42±0.11 ab	2.82±0.43 e	132.16±4.16 cd	371.08±44.69 d	12.47±1.97 c	1.64±0.21 c	-9.39
金砧 1 号 Jinzhen No.1	4.62±0.43 a	3.83±0.29 bcd	151.19±3.33 a	579.11±36.55 a	17.63±1.11 a	2.67±0.21 a	47.51
金砧 2 号 Jinzhen No.2	4.33±0.58 ab	3.57±0.51 de	159.04±1.53 a	567.66±85.60 a	15.27±0.64 abc	2.43±0.11 ab	34.25
金砧 3 号 Jinzhen No.3	3.67±0.58 b	4.70±0.26 a	125.55±7.14 cd	588.87±6.66 a	17.27±3.16 ab	2.16±0.36 abc	19.34
金砧 4 号 Jinzhen No.4	3.83±0.29 ab	4.33±0.29 abc	127.66±6.43 bed	552.25±24.95 ab	16.58±1.23 abc	2.11±0.07 abc	16.57
番砧 1 号 Fanzhen No.1	4.00±0.00 ab	3.10±0.17 de	135.23±5.31 bcd	419.29±29.68 cd	12.40±0.69 c	1.68±0.12 c	-7.18
阿纳姆 Arnhem	4.17±0.76 ab	4.50±0.50 ab	125.35±7.70 d	562.60±51.88 ab	18.58±2.45 a	2.14±0.42 abc	29.28
坂砧 18 Banzhen 18	4.33±0.58 ab	3.61±0.35 cde	136.53±4.89 b	492.56±44.85 abc	15.61±2.12 abc	2.34±0.35 ab	18.23
鲁砧 2 号 Luzhen No.2	4.17±0.29 ab	3.43±0.40 de	151.50±6.07 a	519.70±58.18 abc	14.32±2.03 abc	2.17±0.34 abc	19.89
欧砧 006 Ouzhen 006	4.67±0.58 a	3.33±0.58 de	136.15±5.97 bc	455.60±96.21 bed	15.67±4.04 abc	2.15±0.64 abc	18.78
金鹏 11(CK) Jinpeng 11(CK)	4.00±0.00 ab	3.33±0.58 de	135.39±5.59 bc	452.83±93.55 bed	13.33±2.31 bc	1.81±0.37 bc	-

表 5 砧木品种对嫁接番茄果实产量构成指标隶属函数值的影响

Table 5 Effects of rootstock varieties on membership functions of grafted tomato yield index

砧木 Rootstock	果穗数 Truss number	单穗果数 Fruit number per truss	单果质量 Mass per fruit	单穗产量 Yield per truss	单株果数 Fruit No. per plant	单株产量 Yield per plant	隶属函数值平均值 Average of membership functions
浙砧 1 号 Zhezhen No.1	0.750	0.000	0.202	0.000	0.000	0.011	0.963
金砧 1 号 Jinzhen No.1	0.950	0.537	0.767	0.955	1.000	0.846	5.056
金砧 2 号 Jinzhen No.2	0.660	0.399	1.000	0.903	0.766	0.464	4.191
金砧 3 号 Jinzhen No.3	0.000	1.000	0.006	1.000	0.507	0.787	3.300
金砧 4 号 Jinzhen No.4	0.160	0.803	0.069	0.832	0.458	0.677	2.998
番砧 1 号 Fanzhen No.1	0.330	0.149	0.293	0.221	0.034	0.000	1.028
阿纳姆 Anamu	0.500	0.894	0.000	0.879	0.674	1.000	3.948
坂砧 18 Banzhen 18	0.660	0.420	0.332	0.558	0.481	0.519	2.970
鲁砧 2 号 Luzhen No.2	0.497	0.324	0.776	0.682	0.516	0.310	3.105
欧砧 006 Ouzhen 006	1.000	0.271	0.320	0.388	0.493	0.528	3.001
金鹏 11(CK) Jinpeng 11(CK)	0.330	0.271	0.298	0.375	0.165	0.151	1.590

2.5 砧木品种对嫁接番茄果实性状的影响

果实商品率与收获产量共同决定着可供销售的商品果产量,是果实品质的重要衡量指标^[14],同时番茄的外观、口感、风味和营养等也是构成番茄品质的关键因素,是消费者挑选番茄的重要品质指标,直接影响其质量等级及市场竞争力。从

表 6 可见,不同砧木品种对嫁接番茄品质影响不同。与对照相比,不同砧木品种对嫁接番茄的果型指数影响不明显。各处理及对照均存在裂果、畸形果、脐腐果,商品果率以‘金砧 2 号’为最高,达 87.28%,显著高于对照,‘番砧 1 号’显著低于对照。除‘浙砧 1 号’‘鲁砧 2 号’外,其他砧木的

可溶性固形物质量分数明显高于对照。不同砧木对果实各营养指标的作用方向不尽一致。‘金砧 1 号’和‘番砧 1 号’显著提升了果实中可溶性糖的质量分数,而‘坂砧 18’和‘浙砧 1 号’却显著降低。‘金砧 3 号’和‘坂砧 18’的可滴定酸质量分数显著降低,‘浙砧 1 号’‘金砧 1 号’和‘番砧 1 号’可滴定酸的质量分数与对照相比差异不显著。除‘坂砧 18’和‘浙砧 1 号’外,其他砧木嫁接均提高了番茄的糖酸比和可溶性蛋白质量分数。‘金砧 2 号’‘金砧 4 号’和‘欧砧 006’显著提升了果实中维生素 C 的质量分数,‘浙砧 1 号’‘番砧 1 号’‘阿纳姆’和‘坂砧 18’的维生素 C 质量分数显著降低。所有砧木均提高了嫁接番茄果实中番茄红素的质量分数,但‘浙砧 1 号’‘番砧 1 号’‘阿纳姆’和‘坂砧 18’的影响不显著。不同砧木嫁接番

茄果实中可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、维生素 C 质量分数及糖酸比与对照相比互有高低。

2.6 满意度的综合评价

满意度是指各品种表现出来的一系列品种特性可以达到人们需求的合理或满意程度^[15],是砧木品种的综合评价指标。依据图 1~3 和表 2~5 的资料分别计算不同砧木品种单项指标的相对满意度,结果见表 7。在对各砧木品种 13 个单项指标满意度统计的基础上,通过加权系数法计算各砧木品种的“综合满意度”。依据公式计算出的 10 个砧木品种和对照的综合满意度见图 3。从图 3 可以看出,除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外,其他砧木品种的综合满意度特征值均高于对照品种,其中‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’的综合满意度较

表 6 砧木品种对番茄果实品质的影响($\bar{x} \pm s$)

Table 6 Effects of rootstock varieties on fruit quality of grafted tomato

砧木 Rootstock	果型指数 Fruit index	商品果率/% Marketable rate	可溶性固形物/% Soluble solid	可溶性糖/ (g · hg ⁻¹) Soluble sugar	可滴定酸/ (g · hg ⁻¹) Titratable acid	糖酸比 Sugar/Acid	可溶性蛋白/ (mg · g ⁻¹) Soluble protein	维生素 C/ (mg · hg ⁻¹) Vitamin C	番茄红素/ (mg · g ⁻¹) Lycopene
浙砧 1 号 Zhezhen No. 1	1.20±0.10 a	84.02±1.76 b	5.33±0.58 b	1.46±0.05 c	0.31±0.04 ab	4.77±0.53 bc	2.18±0.16 bc	5.59±0.16 f	2.99±0.12 b
金砧 1 号 Jinzhen No. 1	1.19±0.06 a	85.83±0.97 ab	5.67±0.29 ab	1.66±0.04 a	0.32±0.03 ab	5.25±0.60 ab	2.51±0.09 ab	6.60±0.17 cd	3.52±0.05 a
金砧 2 号 Jinzhen No. 2	1.29±0.02 a	87.28±0.41 a	6.00±0.00 ab	1.51±0.05 bc	0.27±0.03 bc	5.65±0.78 ab	2.60±0.18 a	7.30±0.32 b	3.48±0.21 a
金砧 3 号 Jinzhen No. 3	1.20±0.10 a	84.53±1.41 b	6.00±6.00 ab	1.69±0.03 a	0.34±0.25 a	4.96±0.44 abc	2.33±0.14 ab	6.78±0.13 c	3.39±0.07 a
金砧 4 号 Jinzhen No. 4	1.16±0.13 a	84.19±1.04 b	5.67±0.58 ab	1.51±0.06 bc	0.28±0.41 bc	5.42±0.94 ab	2.46±0.31 ab	8.34±0.41 a	3.34±0.21 a
番砧 1 号 Fanzhen No. 1	1.21±0.05 a	80.87±1.60 c	6.47±0.50 a	1.63±0.05 a	0.32±0.35 ab	5.09±0.49 abc	2.35±0.15 ab	6.26±0.13 de	3.02±0.13 b
阿纳姆 Arnhem	1.13±0.10 a	84.75±1.39 b	6.33±1.15 ab	1.54±0.02 b	0.30±0.15 bc	5.21±0.23 ab	2.35±0.07 ab	5.96±0.33 ef	2.98±0.17 b
坂砧 18 Banzhen 18	1.20±0.14 a	85.17±1.25 ab	5.67±0.58 ab	1.45±0.02 c	0.35±0.03 a	4.20±0.26 c	1.99±0.09 c	6.20±0.21 de	3.10±0.10 b
鲁砧 2 号 Luzhen No. 2	1.16±0.08 a	83.87±0.74 b	5.16±0.29 b	1.51±0.32 bc	0.26±0.15 c	5.91±0.37 a	2.59±0.06 a	6.71±0.20 c	3.36±0.10 a
欧砧 006 Ouzhen 006	1.23±0.13 a	86.08±0.49 ab	5.67±0.58 ab	1.48±0.05 bc	0.27±0.02 bc	5.50±0.51 ab	2.42±0.18 ab	8.01±0.21 a	3.51±0.11 a
金鹏 11(CK) Jinpeng11(CK)	1.17±0.09 a	84.62±1.01 b	5.33±0.58 b	1.50±0.03 bc	0.31±0.06 ab	4.78±0.06 bc	1.97±0.39 c	6.80±0.80 c	2.90±0.04 b

表 7 嫁接番茄单项指标的相对满意度

Table 7 Relative satisfaction for single indexes of grafted tomato

砧木 Rootstock	嫁接成活率 Grafted survival rate	定植成活率 Planted survival rate	壮苗指数 Seedling index	单果质量 Mass per fruit	单株产量 Yield per plant	商品果率 Marketable rate	可溶性固形物 Soluble solid	可溶性糖 Soluble sugar	可滴定酸 Titratable acid	糖酸比 Sugar/Acid	可溶性蛋白 Soluble protein	维生素 C Vitamin C	番茄红素 Lycopene
浙砧 1 号 Zhezhen No. 1	0.000	0.333	0.042	0.202	0.000	0.491	0.130	0.062	0.556	0.335	0.333	0.000	0.145
金砧 1 号 Jinzhen No. 1	0.641	0.989	0.792	0.767	1.000	0.774	0.389	0.882	0.667	0.612	0.857	0.370	1.000
金砧 2 号 Jinzhen No. 2	0.397	0.967	1.000	1.000	0.767	1.000	0.641	0.243	0.111	0.848	1.000	0.621	0.935
金砧 3 号 Jinzhen No. 3	0.500	0.934	0.280	0.006	0.505	0.571	0.641	1.014	0.889	0.446	0.571	0.433	0.790
金砧 4 号 Jinzhen No. 4	0.551	0.967	0.511	0.069	0.456	0.518	0.389	0.236	0.256	0.713	0.778	1.001	0.710
番砧 1 号 Fanzhen No. 1	0.051	0.000	0.000	0.293	0.039	0.000	1.000	0.750	0.700	0.519	0.603	0.243	0.194
阿纳姆 Arnhem	0.385	0.933	0.516	0.000	0.485	0.605	0.893	0.382	0.407	0.591	0.603	0.134	0.129
坂砧 18 Banzhen 18	0.487	0.834	0.521	0.332	0.680	0.671	0.389	0.014	0.963	0.002	0.032	0.224	0.323
鲁砧 2 号 Luzhen No. 2	0.538	0.967	0.312	0.776	0.515	0.468	0.000	0.264	0.000	1.000	0.984	0.409	0.742
欧砧 006 Ouzhen 006	0.500	1.000	0.415	0.321	0.495	0.813	0.389	0.118	0.111	0.762	0.714	0.883	0.984
金鹏 11(CK) Jinpeng 11(CK)	1.000	0.607	0.190	0.298	0.165	0.585	0.130	0.194	0.556	0.337	0.000	0.439	0.000

高,分别为 0.80 和 0.78,说明这 2 个砧木品种具有相对较佳的品种栽培推广性能,尤以‘金砧 1 号’最优,‘金砧 2 号’次之;‘浙砧 1 号’和‘番砧 1

号’的综合满意特征值较低,为 0.16 和 0.20,说明相对于其他砧木品种,这 2 个砧木品种不适用于关中东部推广栽培。

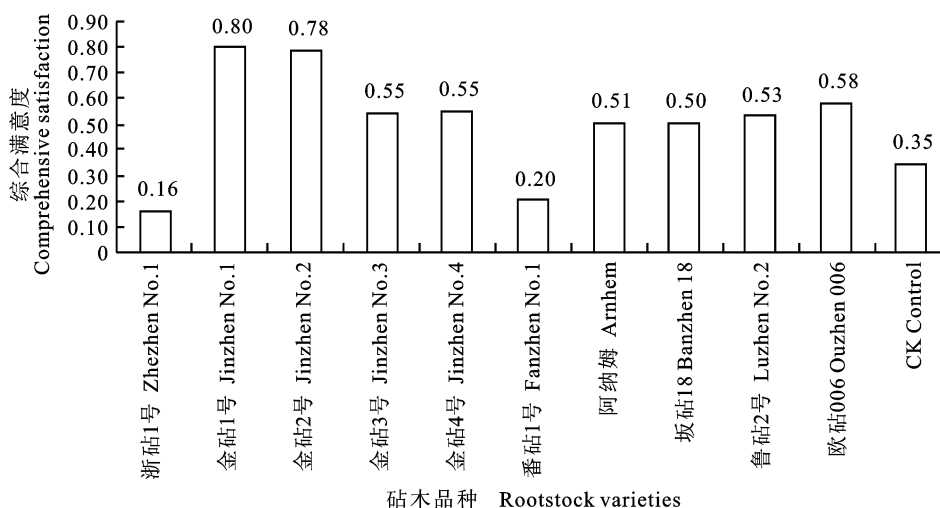


图 3 砧木品种对嫁接番茄综合满意度的影响

Fig. 3 Effects of rootstock varieties on the index of comprehensive satisfaction of grafted tomato

3 讨论与结论

砧木的选择是嫁接的基础工作,是番茄嫁接高产、优质的关键。评价嫁接砧木的优劣,不仅要评价嫁接砧木的成活率,还要从砧木的生态适应性及嫁接对作物生长、产量和品质等方面都进行评价,才能比较全面、准确地筛选出适宜当地设施特征及气候环境的优良嫁接砧木。嫁接成活率是判断嫁接亲和力的关键指标,可以判断砧穗组合的短期嫁接亲和性。砧穗间共生亲和性的好坏影响养分的上下运输,从而影响苗木后期的生长情况。因此,嫁接成活后植株的生长发育状况、产量和品质等都是评价果实共生亲和性的重要指标^[16-18]。本试验结果表明:‘金砧 1 号’‘金砧 4 号’和‘鲁砧 2 号’的嫁接成活率较高,分别为 90.67%、88.33%和 88.00%,说明与接穗‘金鹏 11’均具有良好的嫁接亲和性;‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’砧木品种抗盐碱能力弱,导致嫁接苗定植成活率偏低,其余砧木的定植成活率都达到 95%以上,具有良好的适应当地生态环境及设施特征的能力。嫁接苗成株的生长势和产量也因砧木不同而表现出显著差异,隶属函数值评价显示,除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外,其余砧木嫁接对番茄植株生长的促进和增产效果较好。‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’2 种砧木嫁接的番茄植株健壮,壮苗指数分别为 13.94 和 15.51,单株产量也较高,

分别为 2.67 kg 和 2.43 kg,增幅达到 47.51%和 34.25%。可见,不同砧木嫁接番茄对嫁接亲和性和共生亲和性影响并不一致,崔健等^[19]也认为良好的嫁接亲和性未必有良好的共生关系,因此选择合适的砧穗组合,对于避免由于砧穗互作的负效应导致低生长量和存活率现象极为重要。

大量的试验研究和生产实践表明,不同砧木嫁接,嫁接植株的生长势和产量表现不同^[20],如果砧木选择得当,蔬菜嫁接后表现出植株高大、茎秆粗壮、生长势增强,产量也显著提高^[4, 21],但不适宜的砧木嫁接后植株无法生长或生长不良,这样会给农业生产造成极大的损失^[22]。本试验结果也表明,砧木对接穗干物质形成有重要的影响,最终影响其营养生长和产量,除‘浙砧 1 号’和‘番砧 1 号’外,其余砧木嫁接显著提高了番茄植株的株高、植物干物质、壮苗指数和单株产量,嫁接番茄生长综合评价指数隶属函数值的平均值也明显提高,表明合适的砧木嫁接可以明显促进番茄植株的生长,而产量构成的相关性分析表明,单株产量与单株果数和单穗产量呈显著正相关,说明适应当地盐碱土壤环境的砧木嫁接番茄,生长势强,植株健壮,通过提高单株果数和单穗产量能提高番茄植株的单株产量。

砧木嫁接对番茄的品质也有影响。本试验研究表明,砧木嫁接对番茄的果型指数影响不大,果实都呈高圆形。‘金砧 2 号’的商品果率最

高,达 87.28%。不同砧木对番茄果实内在品质的影响不同,同一砧木嫁接对不同品质指标的影响也不同。比如‘金砧 1 号’显著提升了果实中可溶性糖、可溶性蛋白和番茄红素质量分数及糖酸比,对可溶性酸和维生素 C 质量分数影响不显著;‘金砧 2 号’显著提升了果实中可溶性蛋白、维生素 C 和番茄红素质量分数及糖酸比,显著降低了可溶性糖和可溶性酸质量分数,进一步说明不同砧木对果实各营养指标的作用方向不尽一致,这与孙丽丽等^[23]的观点一致。

进行番茄嫁接砧木综合评价是良种选择的重要环节。衡量一个品种优劣需要多种评价指标综合评价,本试验通过嫁接亲和性指标、生态适应性指标,结合嫁接植株植物学性状、产量及果实综合品质等 13 项指标进行满意度评价,通过农技专家、高校学者及种植者代表制定的权重值将各指标进行量化串联,计算出综合满意度,可以全面反映出各砧木品种的综合表现情况,因此计算获得的综合值越大,说明此类砧木品种越符合生产要求。本研究在对嫁接番茄单优性状进行比较的基础上,采用满意度综合评价认为,‘金砧 1 号’和‘金砧 2 号’砧木嫁接番茄不仅成活率高,而且促进植株生长,显著提高产量及果实品质,适应当地土壤和气候条件,可作为关中东部越冬番茄嫁接砧木选择的优选品种。

参考文献 Reference:

- [1] 王 磊,高方胜,徐 坤. 砧穗互作对越冬番茄生长及叶片碳氮同化能力的影响[J]. 植物生理学报,2017,53(9):1695-1702.
WANG L,GAO F SH,XU K. Effect of rootstock-scion interaction on plant growth and leaf carbon-nitrogen assimilation in overwintering tomato[J]. *Plant Physiology Journal*,2017,53(9):1695-1702.
- [2] 耿士均,刘 刊,商海燕,等. 园艺作物连作障碍的研究进展[J]. 北方园艺,2012(7):190-195.
GENG SH J,LIU K,SHANG H Y,*et al.* Research progress of continuous cropping obstacle in horticultural plants[J]. *Northern Horticulture*,2012(7):190-195.
- [3] 陈 阳,林永胜,周先治,等. 不同砧木嫁接对番茄产量、品质及抗病性影响的研究[J]. 福建农业学报,2015,30(5):483-488.
CHEN Y,LIN Y SH,ZHOU X ZH,*et al.* Effect of grafting rootstocks on yield,quality and disease resistance of tomatoes[J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*,2015,30(5):483-488.
- [4] 高方胜,王 磊,徐 坤. 砧木与嫁接番茄产量品质关系的综合评价[J]. 中国农业科学,2014,47(3):605-612.
GAO F SH,WANG L,XU K. Comprehensive evaluation of relationship between rootstocks and yield and quality in grafting tomato[J]. *Scientia Agricultura Sinica*,2014,47(3):605-612.
- [5] 袁园园,门洪文,马 盼,等. 不同砧木嫁接对‘金手指’葡萄生长和一些生理特性的影响[J]. 西北农业学报,2015,24(8):110-115.
YUAN Y Y,MEN H W,MA P,*et al.* Impacts of different rootstocks on growth and some physiological characters of ‘Gold Finer’ grapevine[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*,2015,24(8):110-115.
- [6] 明村豪. 利用补光调控黄瓜幼苗徒长及黄瓜壮苗指标模拟模型研究[D]. 南京:南京农业大学,2011:8.
MING C H. Regulating seedling spindling by supplemental illumination and simulated model of seedling vigor index in cucumber[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University,2011:8.
- [7] 曲 佳,须 晖,王 蕊,等. 基于叶长和叶宽的番茄叶面积简易测算方法的研究[J]. 园艺学报,2010,37(增刊):2155.
QU J,XU H,WANG R,*et al.* Study on method to measure tomato leaf area based on length and width of leaf [J]. *Horticultural Plant Journal*,2010,37(Sup):2155.
- [8] 李锡香,杜永臣. 番茄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:33-34.
LI X X,DU Y CH. Descriptors and Data Standard for Tomato(*Lycopersicon esculentum* Mill.) [M]. Beijing: China Agriculture Press,2006:33-34.
- [9] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京:中国农业大学出版社,1996:75-77.
HAN Y SH. Experiment Guide of Food Chemistry[M]. Beijing:China Agricultural University Press,1996:75-77.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:195-197,184-185.
LI H SH. Principle and Technology of Plant Physiological and Biochemical Experiments[M]. Beijing: Higher Education Press,2000:195-197,184-185.
- [11] 刘玉梅,刘奎钊,刘 罡. 番茄红素树脂中番茄红素的分析方法的的研究[J]. 食品工业科技,2004,25(12):127-129.
LIU Y M,LIU K F,LIU G. Study on lycopene determination method in lycopene resin[J]. *Science and Technology of Food Industry*,2004,25(12):127-129.
- [12] 李 鹏,王益权,焦彩强,等. 陕西渭北地区苹果主栽品种的品质分析与评价[J]. 西北农业学报,2016,25(9):1358-1364.
LI P,WANG Y Q,JIAO C Q,*et al.* Fruit quality evaluation of three Apple cultivars in north region of Weihe river in Shaanxi province[J]. *Acta Agriculture Boreali-occidentalis Sinica*,2016,25(9):1358-1364.
- [13] 潜宗伟,陈海丽,崔彦玲. 异属砧木嫁接对茄子和番茄生长、产量及品质的影响[J]. 湖北农业科学,2017,56(4):697-701.

- QIAN Z W, CHEN H L, CUI Y L. Effect of rootstock genus on growth, yield and quality of the grafting tomato and eggplant[J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2017, 56(4): 697-701.
- [14] 陈功楷, 权 伟, 朱建军. 不同钾肥量与密度对马铃薯产量及商品率的影响[J]. *中国农学通报*, 2013, 29(6): 166-169.
- CHEN G K, QUAN W, ZHU J J. Effects of potassium rates and planting density on potato yield and commodity rate[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2013, 29(6): 166-169.
- [15] 刘梦龙, 赵 伟, 蒋丽媛, 等. 关中东部早春茬番茄优良品种筛选[J]. *西北农业学报*, 2018, 27(3): 402-410.
- LIU M L, ZHAO W, JIANG L Y, *et al.* Screening elite varieties of early spring tomato cultivated in eastern guanzhong [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2018, 27(3): 402-410.
- [16] 王湘南, 王 瑞, 陈隆升, 等. 油茶新品种芽苗砧嫁接砧穗组合的亲性和性分析[J]. *中南林业科技大学学报*, 2017, 37(12): 1-6.
- WANG X N, WANG R, CHEN L SH, *et al.* Analysis of the affinity of rootstock and scion in the grafting seedlings of new varieties of *Camellia oleifera* [J]. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 2017, 37(12): 1-6.
- [17] 尚建立, 王吉明, 李 娜, 等. 不同砧木与甜瓜嫁接亲和性分析[J]. *中国瓜菜*, 2016, 29(12): 38-40.
- SHANG J L, WANG J M, LI N, *et al.* Research on the compatibility of grafted melon of different stocks [J]. *China Cucurbits and Vegetables*, 2016, 29(12): 38-40.
- [18] 莫豪葵, 秦 东, 刘春长, 等. 番茄不同砧木嫁接亲和性与共生性研究[J]. *现代农业科技*, 2013, 9(22): 65-66, 68.
- MO H K, QING D, LIU CH CH, *et al.* Study of graft compatibility and symbiosis for tomato stock varieties [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2013, 9(22): 65-66, 68.
- [19] 崔 健, 刘素芹, 宋云云. 厚皮甜瓜嫁接亲和性研究[C]//中国园艺学会第七届青年学术讨论会论文集, 2006: 305-309.
- CUI J, LIU S Q, SONG Y Y. The study on raft compatibility of several *Cucumis melon* L. [C]//Proceedings of the Seventh Youth Symposium of CSHS, 2006: 305-309.
- [20] 赵卫星, 徐小利, 常高正, 等. 嫁接对西瓜生长及抗逆性影响的研究进展[J]. *江西农业学报*, 2011, 23(5): 63-65.
- ZHAO W X, XU X L, CHANG G ZH, *et al.* Research advance in effect of grafting on growth and stress resistance of watermelon [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2011, 23(5): 63-65.
- [21] 徐小军, 别之龙, 孙德玺, 等. 不同嫁接组合对西瓜植株生长及果实品质的影响[J]. *中国瓜菜*, 2011, 24(4): 10-14.
- XU X J, BIE ZH L, SUN D X, *et al.* Effects of grafting combinations on the plant growth and fruit quality in watermelon [J]. *China Cucurbits and Vegetables*, 2011, 24(4): 10-14.
- [22] 张子学, 侯喜林, 范进展. 3种茄科蔬菜相互嫁接的综合效应探讨[J]. *南京农业大学学报*, 2003, 26(2): 16-19.
- ZHANG Z X, HOU X L, FAN J ZH. The comprehensive effects on mutual grafting in three kinds of Solanaceae vegetables [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2003, 26(2): 16-19.
- [23] 孙丽丽, 徐 杨, 郭世荣, 等. 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*, 2014, 37(5): 55-62.
- SUN L L, XU Y, GUO SH R, *et al.* Effects of different rootstocks on survival rate, seedling growth, yield and fruit quality of grafted tomato [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2014, 37(5): 55-62.

Effects of Rootstock Varieties on the Growth and Fruit Quality of Wintering Tomatoes in Eastern Guanzhong

REN Ping¹, RUAN Xiangwen², LI Yingmei¹, ZHANG Feng¹, HONG Bo¹,
ZHAO Wei³, WANG Yuanzheng¹, CHEN Zhijie¹ and FU Bo¹

(1. Bio-Agriculture Institute of Shaanxi, Xi'an 710032, China; 2. Enzyme Engineering Research Center of Shaanxi, Lintong Shaanxi 710600, China; 3. Weinan Agricultural Technology Promotion Center, Weinan Shaanxi 714000, China)

Abstract As scion, the tomato variety 'Jinpeng 11' was grafted on 10 different rootstocks to screen the most adaptable one to support the growth of overwintering tomato planted in greenhouse in the east of Guanzhong areas. The growth, development and the yields composition of grafted tomato were analyzed with method of membership function. In addition, survival rate of grafting, survival rate of planting, yields composition and quality etc. were integrated to the finally comprehensive appreciation for the rootstock variety. The results showed that the survival rate of rootstock 'Jinzheng No. 1',

‘Jinzhen No. 4’ and ‘Luzhen No. 2’ were higher compared with others, especially, it showed highest and reached to 90.67% when the rootstock was ‘Jinzhen No. 1’. For the survival rate of planting, it can reach to 95% in most rootstocks apart from ‘Zhezhen No. 1’ and ‘Fanzhen No. 1’. For the growth vigor and yields composition, the results indicated that the diversity correlated with different rootstocks. In the analysis of membership function for all rootstocks, it showed that eight rootstocks could promote the growth and yields increment of the tomato, apart from ‘Zhezhen No. 1’ and ‘Fanzhen No. 1’, and ‘Jinzhen No. 1’ and ‘Jinzhen No. 2’ showed the best support for the tomato growth and yields composition. So it was concluded that, although, the fruit index was slightly affected by the variety of rootstocks, but the soluble solid, soluble sugar, titratable acid, vitamin C and sugar/acid represented variable among the different rootstocks. Above all, ‘Jinzhen No. 1’ and ‘Jinzhen No. 2’, which showed higher survival rate, more robust growth of plant, more production of tomato, and better quality of fruits, are two favorable rootstock candidates to be used in the growth support of overwintering tomato planted in greenhouse in the east of Guanzhong areas.

Key words Tomato; Rootstock; Graft; Growth; Yield; Fruit quality

Received 2018-05-30

Returned 2018-06-26

Foundation item The Science and Technology Planning Project of Shaanxi Province(No. 2018NY-035); the Industrialization Project of Shaanxi Academy of Science(No. 2018K-03); the Key Project of Shaanxi Province(No. 2017ZDXM-NY-008).

First author REN Ping, female, associate researcher. Research area: olericulture and pest control. E-mail: mysrenping@163.com

Corresponding author FU Bo, female, Ph. D, assistant researcher. Research area: pest control. E-mail: lisa_265@163.com

(责任编辑:潘学燕 **Responsible editor: PAN Xueyan**)