

不同砧木与红地球葡萄硬枝嫁接亲和力评价及遗传背景分析

袁军伟,李敏敏,刘长江,韩斌,尹勇刚,郭紫娟,赵胜建

(河北省农林科学院昌黎果树研究所,河北昌黎066600)

摘要:为研究红地球葡萄与不同遗传背景砧木的硬枝嫁接亲和力,筛选红地球适宜的抗性砧木,利用8个遗传背景不同的砧木品种与红地球配置砧穗组合进行硬枝嫁接,并对各砧穗组合萌芽率、接口愈合率、愈伤生成率、营养钵苗生长势、秋后新梢生长量、根系生长量等进行综合评价。结果表明,遗传背景不同的砧木和红地球嫁接组合的亲和力存在显著差异,其中,来自河岸葡萄×沙地葡萄组合的101-14和3309与红地球嫁接亲和力均较强,秋后成苗率分别为73.0%和50.0%;来自冬葡萄×河岸葡萄组合的砧木5C、SO4、5BB与红地球亲和力较差,主要因为该杂交组合的砧木有来自冬葡萄的遗传背景。各指标相关性分析结果表明,最终成苗率与温床催根后的萌芽率、根粗<2.0 mm的根数呈显著正相关($P < 0.05$)。综合分析,筛选出亲和力强的红地球嫁接组合2个:红地球/101-14和红地球/3309,而5C、SO4、5BB三个砧木品种与红地球亲和力极差,在嫁接育苗生产实践中应谨慎选择。

关键词:红地球葡萄;硬枝嫁接;砧穗组合;亲和力

中图分类号:S663.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2019)07-0104-06

Evaluation of Grafting Affinity and Genetic Background Analysis of Different Rootstocks and Hard Branches of Red Globe Grape

YUAN Junwei, LI Minmin, LIU Changjiang, HAN Bin, YIN Yonggang, GUO Zijuan, ZHAO Shengjian
(Changli Research Institute of Fruit Trees, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Changli 066600, China)

Abstract: In order to study the grafting affinity of Red globe grape with rootstocks of different genetic backgrounds, suitable resistant rootstocks were screened. Eight rootstock varieties with different genetic backgrounds were used to graft on hard branches with rootstock-scion combinations of Red globe. A comprehensive evaluation was made on the germination rate, interface healing rate, callus formation rate, growth potential of nutrient bag seedlings, growth of new shoots after autumn and root growth of each rootstock-scion combination. The results showed that there were significant differences in affinity between rootstocks from different genetic backgrounds and Red globe grafting combinations. 101-14 and 3309 from *V. riparia* × *V. rupestris* had stronger affinity with Red globe grafting, and the seedling rates were 73.0% and 50.0% respectively. However, rootstocks 5C, SO4, 5BB from *V. berlandieri* × *V. riparia* had poor affinity with Red globe. The main reason was that three rootstocks were from *V. berlandieri*. The results of correlation factor analysis showed that there was a significant positive correlation ($P < 0.05$) between the final seedling rate and the germination rate after rooting in the hotbed, number of root (diameter < 2.0 mm). Two Red globe grafting combinations with strong affinity were screened out: Red globe/101-14 and Red globe/3309. However, the affinity of 5C, SO4 and 5BB rootstocks with Red globe was significantly poor.

收稿日期:2019-04-26

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项基金项目(CARS-29);河北省农林科学院创新工程课题

作者简介:袁军伟(1981-),男,河南焦作人,副研究员,硕士,主要从事葡萄育种研究。E-mail:junweiyuan@163.com

通信作者:赵胜建(1961-),男,河北柏乡人,研究员,硕士,主要从事葡萄育种研究。E-mail:tablegrape@163.com

Therefore, cautious selection should be made in the practice of grafting seedling production.

Key words: Red globe grape; Hard-twining graft; Stock-scion combination; Affinity

红地球葡萄是我国鲜食葡萄中第二大主栽品种,在全国栽培面积超过 7 万 hm²^[1]。红地球在我国传统上一直采用自根栽培,根系浅、抗逆性差^[2-3],采用适宜的抗性砧木进行嫁接栽培可提高其抗性,改善其品质,并扩大其栽培范围^[4-9],而亲和力是保证嫁接成功的前提,有些砧木品种虽抗逆性很强,但由于其与栽培品种嫁接亲和性差,很难被直接利用^[10-11]。马爱红等^[12]研究酿酒葡萄嫁接亲和性时认为,接穗新梢生长量可作为评价嫁接亲和性的有效指标;石雪晖等^[13]研究认为,葡萄绿枝嫁接亲和力与叶片中可溶性糖含量有关;杨瑞^[14]研究砧、穗叶片中生理物质与嫁接亲和力的关系时认为,生长势的强弱与嫁接成活率呈正相关;而嫁接亲和力的高低与砧、穗叶片中可溶性糖、蛋白质含量以及过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)活性等生理指标的差值呈显著负相关;高博等^[15]研究认为,葡萄硬枝嫁接过程中接穗抹芽、嫁接口及砧木用低浓度的 2 号 ABT 生根粉处理能显著提高嫁接苗成活率;袁全春等^[16]针对葡萄硬枝嫁接苗木愈伤组织融合过程难以检测愈伤组织融合比例的问题,提出一种基于计算机视觉的无损检测方法。目前,国内外对于葡萄砧穗组合亲和性的研究主要集中在对其嫁接成活率的比较及与之相关的生理因子的研究方面,而从遗传背景角度分析葡萄砧穗组合硬枝嫁接亲和性方面的研究鲜有报道。鉴于此,通过红地球与不同砧木进行硬枝嫁接,对不同砧穗组合进行多指标综合评价,筛选出适宜的砧穗组合,并结合砧木遗传背景和相关因子分析对亲和力差异的原因进行探讨,以期为红地球葡萄硬枝嫁接育苗中砧木的选择提供理论依据和技术支持。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试砧木包括贝达、SO4、5BB、101-14、188-08、110R、3309、5C 等 8 个品种(表 1),分别与红地球配置嫁接组合,以红地球自根苗为对照。

1.2 试验方法

2017 年 3 月中旬,选择砧木和接穗粗细基本一致的枝条进行硬枝嫁接(每砧穗组合嫁接 400 段),然后利用双层地热线加温技术^[22]对嫁接段进行催根处理。

1.2.1 砧穗组合萌芽率、接口愈合率、基部愈伤生成率调查 2017 年 4 月中旬,每砧穗组合随机选择

表 1 供试葡萄砧木材料及对根瘤蚜、干旱、盐的抗性分级

Tab. 1 The origin for grape rootstocks and degree to tolerance to phylloxera, drought, salinity

Variety	来源 ^[17-18] Origin	抗根瘤蚜 ^[19] Phylloxera tolerance	抗旱性 ^[20] Drought tolerance	耐盐性 ^[21] Salinity tolerance
红地球 Red globe	欧亚种葡萄 (<i>V. vinifera</i>)	弱	弱	弱
贝达 Beta	河岸葡萄 × 美洲种葡萄 (<i>V. riparia</i> × <i>V. labrusca</i>)	弱	弱	中
101-14	河岸葡萄 × 沙地葡萄 (<i>V. riparia</i> × <i>V. rupestris</i>)	强	弱	中
3309	河岸葡萄 × 沙地葡萄 (<i>V. riparia</i> × <i>V. rupestris</i>)	强	弱	中
188-08	冬葡萄 × 河岸葡萄 (<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>)	中	中	弱
110R	冬葡萄 × 沙地葡萄 (<i>V. berlandieri</i> × <i>V. rupestris</i>)	强	中	弱
5BB	冬葡萄 × 河岸葡萄 (<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>)	强	中	中
SO4	冬葡萄 × 河岸葡萄 (<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>)	强	弱	弱
5C	冬葡萄 × 河岸葡萄 (<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>)	强	弱	弱

40 段催根后的嫁接段,分别对接穗萌芽、接口愈合、基部愈伤、萌芽 - 愈合 - 愈伤(即嫁接段接穗萌芽、接口愈合、基部愈伤均生成)情况进行调查,按照以下公式^[12]计算萌芽率、接口愈合率、基部愈伤生成率、萌芽 - 愈合 - 愈伤率:

$$\text{萌芽率} = \text{萌芽数} / \text{调查总数} \times 100\% ;$$

$$\text{接口愈合率} = \text{接口愈合数} / \text{调查总数} \times 100\% ;$$

$$\text{基部愈伤生成率} = \text{基部愈伤生成数} / \text{调查总数} \times 100\% ;$$

$$\text{萌芽 - 愈合 - 愈伤率} = \text{萌芽 - 愈合 - 愈伤均生成的数量} / \text{调查总数} \times 100\% .$$

1.2.2 砧穗组合苗期生长量调查 2017 年 5 月底(即扦插入钵后 40 d),随机选取 20 株营养钵苗调查嫁接苗苗期生长量,包括接穗品种的新梢粗度(基部)、长度及叶片数。

1.2.3 砧穗组合秋后生长量调查 2017 年 11 月底,随机选取 20 株当年生嫁接苗进行生长量调查,包括砧木粗度(基部)、接穗新梢粗度(基部)、成熟新梢(即木质化)长度、根长、根粗、根数。

1.3 数据统计分析

数据处理及相关性分析均采用 SPSS 17.0 及 Excel 2010 软件完成。

2 结果与分析

2.1 不同砧木对红地球葡萄嫁接组合萌芽及伤口愈合的影响

从表 2 可以看出,对于萌芽率,红地球/101-14 和红地球/188-08 较高,分别为 90.0% 和 87.5%,与红地球自根对照无显著差异($P > 0.05$),而红地球/110R 和红地球/SO4 最低,分别为 47.5% 和 42.5%。对于接口愈合率,红地球/101-14、红地

球/188-08 和红地球/5C 最高,分别为 92.5%、92.5% 和 90.0%,而红地球/SO4 最低,仅为 35.0%;对于基部愈伤生成率,红地球/101-14 最高,为 95.0%,与红地球自根对照无显著差异($P > 0.05$),而红地球/SO4 最低,仅为 40.0%;对于萌芽-愈合-愈伤率来说,红地球嫁接组合由高到低的顺序依次为:红地球/101-14 > 红地球/188-08 > 红地球/5C > 红地球/3309 > 红地球/贝达 > 红地球/5BB > 红地球/110R > 红地球/SO₄。

表 2 红地球葡萄不同嫁接组合萌芽、愈合及根部愈伤情况比较

Tab. 2 Comparison of germination, healing and basal callus generation of different grafting combinations of Red globe grape

接穗/砧木 Scion/rootstock	萌芽率 Germination rate	接口愈合率 Interface healing rate	基部愈伤生成率 Basal callus generation rate	萌芽-愈合-愈伤率 Germination-healing- callus rate	%
红地球自根 RG	90.0a	-	97.5a	90.0a	
红地球/101-14 RG/101-14	90.0a	92.5a	95.0a	85.0ab	
红地球/188-08 RG/188-08	87.5a	92.5a	85.0b	72.5c	
红地球/5C RG/5C	80.0b	90.0a	80.0c	67.5cd	
红地球/3309 RG/3309	77.5b	85.0b	72.5d	60.0e	
红地球/贝达 RG/Beta	72.5c	75.0c	67.5e	57.5e	
红地球/5BB RG/5BB	52.5d	72.5c	67.5e	45.0f	
红地球/110R RG/110R	47.5de	65.0d	62.5ef	40.0fg	
红地球/SO4 RG/SO4	42.5e	35.0e	40.0g	27.5h	

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,下同。

Note: Different lowercase letters in same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 不同砧木对红地球葡萄嫁接营养钵苗生长量的影响

从表 3 可以看出,扦插入温室营养钵培养 40 d 后,除红地球/110R 外,其他组合营养钵苗新梢粗度均显著高于自根对照($P < 0.05$);红地球/101-14 新梢长度最长,为 10.00 cm,显著高于自根对照($P <$

0.05),而红地球/110R 最短,显著低于自根对照($P < 0.05$);所有嫁接组合的新梢叶片数均显著低于自根对照($P < 0.05$)。说明红地球嫁接袋苗生长势显著强于自根对照。

2.3 不同砧木对红地球葡萄嫁接苗成苗率的影响

由图 1 可以看出,在田间管理一致的情况下,红地球/101-14 秋季成苗率最高,为 73.0%,显著高于自根对照($P < 0.05$),红地球/188-08 为 55.0%,略高于自根对照,但差异不显著($P > 0.05$),红地球/3309 为 50.0%,略低于自根对照,但差异不显著($P > 0.05$),而红地球/5C、红地球/SO4 和红地球/5BB 组合成苗率最低,分别仅为 2.0%、1.5% 和 0,显著低于自根对照($P < 0.05$)。

2.4 不同砧木对红地球葡萄 1 年生嫁接苗生长量的影响

由表 4 可以看出,秋季落叶后,对供试的红地球砧穗组合生长量调查结果发现,8 个嫁接组合砧木粗度均大于接穗新梢粗度,未出现“小脚”现象。红地球/3309、红地球/101-14、红地球/110R 成熟新梢长度较长,分别为 84.8、82.7、82.3 cm,均显著高于自根对照($P < 0.05$),红地球/188-08、红地球/5C、

表 3 红地球葡萄不同嫁接组合营养钵苗苗期生长量比较

Tab. 3 Comparison of seedling growth of nutrient pot seedlings of different grafting combinations of Red globe grape

接穗/砧木 Scion/rootstock	新梢粗 度/mm Diameter of shoot	新梢长 度/cm Length of shoot	新梢叶片数 Blade number of shoot
红地球/101-14 RG/101-14	3.47a	10.00a	6.50b
红地球/5BB RG/5BB	3.51a	9.12b	6.50b
红地球/188-08 RG/188-08	3.50a	8.88c	6.25b
红地球/贝达 RG/Beta	3.46a	8.79c	6.67b
红地球/5C RG/5C	3.44a	8.75c	5.67c
红地球自根 RG	2.68b	8.42c	7.42a
红地球/3309 RG/3309	3.29a	7.58d	5.92c
红地球/SO4 RG/SO4	3.26a	7.54d	5.67c
红地球/110R RG/110R	2.94ab	7.00e	5.25ed

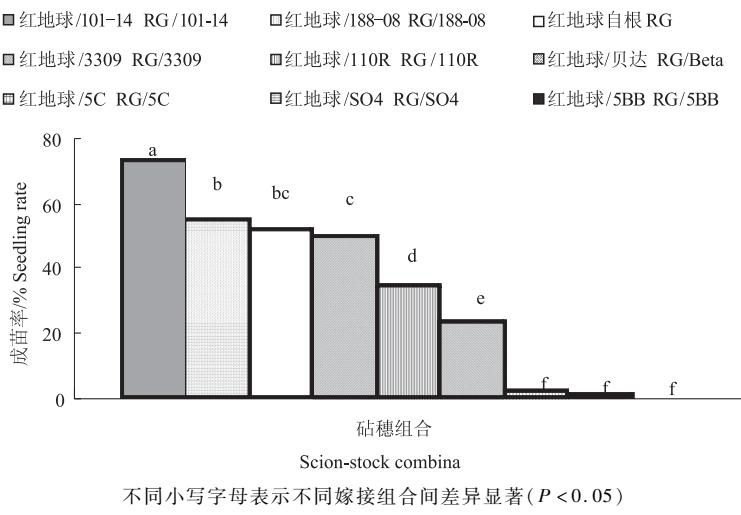


图1 红地球葡萄不同嫁接组合秋季成苗率比较

Fig.1 Comparison of seedling rate of different grafting combinations in autumn in Red globe grape

表4 红地球葡萄不同嫁接组合1年生苗枝条生长量比较

Tab.4 Comparison of annual shoot growth in different grafting combinations of Red globe grape

接穗/砧木 Scion/rootstock	砧木粗度/mm Diameter of rootstock	新梢粗度/mm Diameter of mature shoot	成熟新梢 长度/cm Length of mature shoot
红地球/3309 RG/3309	10.7b	8.3a	84.8a
红地球/101-14 RG/101-14	11.8a	8.4a	82.7a
红地球/110R RG/110R	12.2a	8.7a	82.3a
红地球自根 RG	-	7.5b	66.9b
红地球/188-08 RG/188-08	11.4a	8.4a	56.4c
红地球/5C RG/5C	12.8a	7.9ab	48.0d
红地球/SO4 RG/SO4	10.9b	7.1b	48.0d
红地球/贝达 RG/Beta	11.5a	7.6b	46.6d
红地球/5BB RG/5BB	-	-	-

注: - 表示数据缺失,下同。

Note: - indicate missing data, the same below.

红地球/SO4 和红地球/贝达成熟长度较短,分别为 56.4、48.0、48.0、46.6 cm,均显著低于自根对照($P < 0.05$)。

2.5 不同嫁接组合1年生苗根系生长量比较

由表5可以看出,红地球/101-14 和红地球/3309 1年生苗的根粗 < 2.0 mm 的根数分别为 15.2、15.3 条,均显著高于自根对照($P < 0.05$),而红地球/5C 和红地球/SO4 分别为 8.3、6.3 条,均显著低于自根

表5 红地球葡萄不同嫁接组合1年生苗根系生长量比较

Tab.5 Comparison of root growth of annual seedlings of different grafting combinations of Red globe grape

接穗/砧木 Scion/rootstock	根粗 < 2.0 mm		根粗 > 2.0 mm	
	Root diameter < 2.0 mm		Root diameter > 2.0 mm	
	根数/条 Number of root	根长/cm Length of root	根数/条 Number of root	根长/cm Length of root
红地球自根 RG	11.4d	19.4b	7.4a	23.0d
红地球/101-14 RG/101-14	15.2a	18.5b	3.7c	26.5d
红地球/188-08 RG/188-08	9.7e	17.7bc	2.1cd	30.8c
红地球/3309 RG/3309	15.3a	21.1ab	5.5b	36.9b
红地球/110R RG/110R	12.7c	24.4a	2.9d	52.0a
红地球/贝达 RG/Beta	14.1b	15.3c	1.6d	16.5e
红地球/5C RG/5C	8.3f	23.8a	2.5d	30.8c
红地球/SO4 RG/SO4	6.3g	24.7a	2.7d	13.2e
红地球/5BB RG/5BB	-	-	-	-

对照($P < 0.05$);除红地球/5BB 外,其他红地球嫁接组合根粗 > 2.0 mm 的根数均显著低于自根对照($P < 0.05$)。

2.6 红地球葡萄不同嫁接组合亲和性评价相关因子分析

由表6可以看出,最终成苗率与温床催根后的萌芽率呈显著正相关($P < 0.05$),与根粗 < 2.0 mm 的根数呈显著正相关($P < 0.05$),而温床催根后的萌芽率与接口愈合率、根部愈伤生成率呈极显著正

相关($P < 0.01$)，与新梢长度呈显著正相关($P < 0.05$)。说明可以将催根后的萌芽率作为评价红地

球硬枝嫁接亲和力的指标。生长势强的砧穗组合根系中直径在 2.0 mm 以下的细根也较多。

表 6 红地球葡萄不同嫁接组合亲和性评价相关系数

Tab. 6 Coefficient of compatibility evaluation for different grafting combinations of Red globe grape

指标 Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.000									
2	0.630 *	1.000								
3	0.568	0.896 **	1.000							
4	0.606	0.896 **	0.954 **	1.000						
5	0.021	0.597	0.484	0.495	1.000					
6	0.144	0.640 *	0.589	0.712 *	0.854 **	1.000				
7	0.612	0.276	0.331	0.231	-0.513	-0.463	1.000			
8	0.528	0.008	0.213	0.217	-0.543	-0.300	0.561	1.000		
9	0.712 *	0.351	0.477	0.320	0.022	-0.069	0.687 *	0.410	1.000	
10	0.288	0.137	0.177	0.142	-0.215	-0.208	0.178	0.776 *	0.166	1.000

注:1. 成苗率;2. 萌芽率;3. 愈合率;4. 愈伤率;5. 新梢粗度;6. 新梢长度;7. 接穗粗度;8. 成熟新梢长度;9. 根粗 < 2.0 mm 的根数;10. 根粗 > 2.0 mm 的根数; * 表示两指标呈显著相关关系($P < 0.05$)，** 表示两指标呈极显著相关关系($P < 0.01$)。

Note: 1. Seedling rate; 2. Germination rate; 3. Interface healing rate; 4. Basal callus generation rate; 5. Diameter of shoot; 6. Length of shoot; 7. Diameter of mature shoot; 8. Length of mature shoot; 9. Number of root(diameter < 2.0 mm); 10. Number of root(diameter > 2.0 mm); * indicate a significant correlation at 0.05 level, ** indicate a very significant correlation at 0.01 level.

3 结论与讨论

本试验结果显示,通过红地球与不同砧木进行硬枝嫁接试验,综合考虑成活率和生长量指标,初步筛选出亲和力强的砧穗木组合 2 个:红地球/101 - 14 和红地球/3309,这与杨瑞^[14]的研究结果基本一致,而 5C、SO4、5BB 三个砧木品种与红地球亲和力极差,在嫁接生产实践中应谨慎选择。

砧木和接穗的亲和性是限制抗性砧木利用的关键因素,很多性状优良的砧木因为与栽培品种亲和性差而难以被直接利用^[23],影响嫁接亲和性的因素很多,如亲缘关系^[24]、砧穗内部组织结构的差异、生理生化的差异^[25] 和砧穗生长期长短等。武绍波等^[26]研究认为,对于果树嫁接来说,一般亲缘关系近的砧穗组合嫁接亲和力强,嫁接成活率也高,而不同属间嫁接亲和力较弱。有学者研究认为,嫁接不亲和的原因是接穗和砧木间韧皮部,即木质部维管和胞间连丝连接不充分,使得接穗和砧木间水分和养分运输不畅通,从而导致嫁接不亲和^[27-28]。嫁接系统内,生理功能由 2 个基因型分担完成,其中,砧木供给水分和矿质营养,接穗供给碳水化合物,亲和力主要取决于砧木与接穗双方生理作用的相似程度,即嫁接成活必须有水分、养分以及同化物的相似及其含量的相当^[29]。本研究中供试的 8 个砧木在嫁接成活率上存在明显差异,其中,来自河岸葡萄 × 沙地葡萄组合的 101 - 14 和 3309 与红地球嫁接亲合力均较强,因其亲本中有部分欧亚种亲缘关

系^[30],而来自冬葡萄 × 河岸葡萄组合的砧木 5C、SO4、5BB 与红地球亲合力较差,该杂交组合砧木与红地球亲和力较差,主要是因为其来自冬葡萄的遗传背景^[31],红地球和 5C、SO4、5BB 三种砧木嫁接成活率极低,在生产中培育嫁接苗时,应谨慎选择。

通过各指标相关性分析,最终成苗率与温床催根后的萌芽率呈显著正相关($P < 0.05$),生产上可以利用催根萌芽率进行红地球嫁接亲和力的早期判断。通过调查各砧穗组合的根系,可以看到生长势强的砧穗组合根系中 2.0 mm 以下的细根数较多,表明接穗品种生长势的改善与砧木类型密切相关。

此外,除了砧穗间的亲合力,嫁接时砧穗的生理状态^[32]、外界环境因子^[33](温度、湿度、光照等)、嫁接技术^[34]、嫁接时期及嫁接后管理^[35]等对嫁接的成功都至关重要,加强环境条件控制及田间管理也是嫁接栽培中不可忽视的环节。

参考文献:

- [1] 和雅妮,奚晓军,查倩,等.栽培技术调控对葡萄果实品质影响的研究进展[J].上海农业学报,2018,34(6):112-116.
- [2] 袁军伟,郭紫娟,赵胜建.昌黎地区红地球葡萄小棚架独龙干整形修剪技术[J].河北果树,2014(5):32-33.
- [3] 李德美,刘俊,董继先.砧木在葡萄种植中的优势分析[J].河北林业科技,2004(5):59-61.
- [4] 郭修武,李轶晖,李呈祥,等.国内外葡萄砧木研究利用状况及我国新引进的葡萄砧木简介[J].中外葡萄与葡萄酒,2002(1):28-29.

- [5] 张新杰,王记侠,任玉华,等.葡萄砧木特性及其对嫁接品种的影响[J].安徽农业科学,2007,35(31):9893-9895.
- [6] 向淑娟.葡萄根瘤蚜的化学防治研究及抗性砧木筛选[D].长沙:湖南农业大学,2011.
- [7] 翟晨,赵宝龙,潘立忠,等.不同抗性砧木对2年生赤霞珠葡萄生长发育的影响[J].河南农业科学,2017,46(10):104-109.
- [8] 李小红,李辉信,任俊鹏,等.Cd胁迫对不同砧穗组合葡萄植株光合作用、膜脂过氧化和抗氧化酶活性的影响[J].河南农业科学,2018,47(3):100-104.
- [9] 牛冬青,卫颖,张小军,等. SO_4 砧木对赤霞珠葡萄果实品质的影响[J].山西农业科学,2019,47(2):200-202.
- [10] 刘三军,宋银花,贺亮亮,等.葡萄嫁接栽培的优势和砧木选择的原则[J].中外葡萄与葡萄酒,2016(3):46-48.
- [11] 史星雲,郭艳兰,王长永,等.不同酿酒葡萄砧穗组合硬枝嫁接亲和力研究[J].中国果树,2016(1):28-30.
- [12] 马爱红,袁军伟,刘长江,等.不同酿酒葡萄砧穗组合硬枝嫁接性能评价[J].中外葡萄与葡萄,2011(9):24-27.
- [13] 石雪晖,王淑英,吴艳纯,等.葡萄叶片中生理生化物质含量与嫁接亲和力关系的研究[J].果树学报,2001,18(1):24-27.
- [14] 杨瑞.葡萄砧穗组合生理物质变化与嫁接亲和力的关系[J].西北农业学报,2012,21(12):108-111.
- [15] 高博,陈佰鸿,毛娟,等.外源生长调节剂及抹芽处理对葡萄硬枝嫁接成活率及新梢生长的影响[J].甘肃农业大学学报,2018,53(6):114-120.
- [16] 袁全春,徐丽明,邢洁洁,等.葡萄硬枝嫁接苗木愈伤组织融合比例的视觉检测方法[J].中国农业大学学报,2018,23(7):126-132.
- [17] NIMBOLKAR P K, AWACHARE C, REDDY Y T N, et al. Role of rootstocks in fruit production—A review[J]. Journal of Agricultural Engineering and Food Technology, 2016, 3(3): 183-188.
- [18] LI M, GUO Z, JIA N, et al. Evaluation of eight rootstocks on the growth and berry quality of ‘Marselan’ grapevines[J]. Scientia Horticulturae, 2019, 248: 58-61.
- [19] 赵青,杜远鹏,王兆顺,等.几类葡萄资源对根瘤蚜抗性的差异[J].园艺学报,2010,37(1):97-102.
- [20] 李敏敏,袁军伟,韩斌,等.26个葡萄砧木品种耐旱性评价[J].西北林学院学报,2018,33(4):132-138.
- [21] 袁军伟,郭紫娟,刘长江,等.营养钵基部浸泡盐液法鉴定葡萄砧木的耐盐性及其生理响应[J].西南大学学报(自然科学版),2015,37(7):44-51.
- [22] 袁军伟,李敏敏,郭紫娟,等.葡萄硬枝嫁接双层地热线营养袋育苗技术[J].中外葡萄与葡萄酒,2015(1):32-36.
- [23] 郑平生,赵贵宾,康天兰,等.我国葡萄嫁接栽培研究进展[J].北方园艺,2009(7):146-148.
- [24] ELIEZER E, GOLDSCHMIDT E E. Plant grafting: New mechanisms, evolutionary implications[J]. Frontiers in Plant Science, 2014, 5(5): 1-9.
- [25] TSIPOURIDIS C, THOMIDIS T. Effect of 14 peach rootstocks on the yield, fruit quality, mortality, girth expansion and resistance to frost damages of May Crest peach variety and their susceptibility on *Phytophthora citrophthora*[J]. Horticultural Science, 2005, 103(4): 421-428.
- [26] 武绍波,赵昶灵,张国忠,等.金冠苹果与皱皮木瓜嫁接亲合力研究[J].云南农业大学学报,2008,23(4):436-441.
- [27] PINA A, ERREA P. A review of new advances in mechanism of graft compatibility incompatibility[J]. Scientia Horticulture, 2005, 106(1): 1-11.
- [28] PINA A, ERREA P, SCHULZ A, et al. Cell-to-cell transport through plasmodesmata in tree callus cultures[J]. Tree Physiology, 2009, 29: 809-818.
- [29] 王威,刘燕.植物嫁接亲和性鉴定研究进展[J].湖北农业科学,2012(5):1-3.
- [30] 王忠跃.葡萄根瘤蚜[M].北京:中国农业出版社,2010.
- [31] 张培安,冷翔鹏,樊秀彩,等.葡萄砧木种质资源现状及其研究进展[J].中外葡萄与葡萄酒,2018(3):58-63.
- [32] 杜远鹏,翟衡,王忠跃,等.葡萄根瘤蚜抗性砧木研究进展(1)[J].中外葡萄与葡萄酒,2007(3):25-29.
- [33] 任玉华,张新杰,王记侠,等.酿酒葡萄嫁接育苗过程中砧穗愈合和生根原理探析[J].中外葡萄与葡萄酒,2007(5):27-30.
- [34] 马爱红,袁军伟,韩斌,等.葡萄多抗砧木高位嫁接技术[J].河北农业科学,2012,16(4):52-54.
- [35] 杨治元.葡萄嫁接栽培[M].北京:中国农业出版社,2005.