

砧木对‘新雅’葡萄生长及果实品质的影响

魏灵珠¹, 沈碧薇^{1,2}, 程建徽¹, 向江¹, 崔鹏飞¹, 李明山^{1,2}, 吴江^{1*}

(¹浙江省农业科学院园艺研究所, 杭州 310021; ²浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江金华 321000)

摘要:【目的】研究不同砧木对‘新雅’葡萄物候期、生长结果习性、果实品质和果穗染病情况的影响, 筛选出染病果穗率低、果实着色良好且综合品质优良的砧穗组合。【方法】以20种砧木嫁接‘新雅’, ‘新雅’扦插自根树作对照, 对植株的生长物候期、生长结果习性、果实品质和果穗染病情况进行调查和测定, 采用主成分分析法进行综合评价。【结果】由主成分分析法综合评价得到, 试验材料的排名顺序: ‘110R’ > ‘101-14’ > ‘Rupestrisdulot’ > 自根树 > ‘尤木特’ > ‘抗砧1号’ > ‘420A’ > ‘哥洛尔’ > ‘225Ru’ > ‘5BB’ > ‘道格里吉’ > ‘5C’ > ‘华佳8号’ > ‘SO4’ > ‘沈530’ > ‘3309C’ > ‘自由’ > ‘抗砧3号’ > ‘抗砧5号’ > ‘1103P’ > ‘麦可达木斯’。‘110R’、‘101-14’和‘Rupestrisdulot’砧嫁接树的综合排名在自根树之前。其中‘110R’砧嫁接树的果实硬度、穗质量和总糖含量高于自根树, 日(气)灼病穗率、灰霉病穗率分别比自根树低81.48%、37.50%, 果穗稍有缩果, 无炭疽病, 但果穗裂果率比自根树高66.67%, 果皮花色苷含量低于自根树。‘101-14’砧嫁接树的穗质量、株产量、果实总糖含量和可溶性固形物含量高于自根树, 果皮花色苷含量与自根树差异不显著, 日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率分别比自根树低63.77%、8.03%、72.83%, 果穗稍有缩果和炭疽病。‘Rupestrisdulot’砧的嫁接树株产量、总糖含量和果皮花色苷含量高于自根树, 日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率分别比自根树低50.98%、26.47%、63.24%, 无缩果和炭疽病。【结论】‘101-14’和‘Rupestrisdulot’砧均可作‘新雅’的嫁接砧木, 其中‘Rupestrisdulot’砧更为适宜, 改善了果皮着色, 降低了染病果穗率。

关键词: ‘新雅’葡萄; 砧穗组合; 生长; 果实品质; 染病果穗; 主成分分析

中图分类号: S663.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2020)09-1346-12

Effect of different rootstocks on growth and quality of ‘Xinya’ grape

WEI Lingzhu¹, SHEN Biwei^{1, 2}, CHENG Jianhui¹, XIANG Jiang¹, CUI Pengfei¹, LI Mingshan^{1, 2}, WU Jiang^{1*}

(¹Institute of Horticulture, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, Zhejiang, China; ²College of Chemistry and Life Science, Zhejiang Normal University, Jinhua 321000, Zhejiang, China)

Abstract: 【Objective】The object of this study was to evaluate the effects of rootstocks on the phenophase, growth, fruiting characteristics, fruit quality and disease incidence in fruit cluster of ‘Xinya’ grapevine, so as to select the suitable rootstocks that have low disease incidence, good coloration and comprehensive quality. 【Methods】The experiment was carried out in the experimental base of the Scientific Research and Innovation, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences in Haining, located in the north subtropical monsoon climate zone, with an annual temperature of 15.9 °C, a rainfall of 1 187 mm, sunshine hours of 2 002.9 h, a frost free period of 233.5 d, and sandy soil. The experimental materials were 3-year-old ‘Xinya’ grapevine graftings that were not treated with flower and fruit thinning. ‘Xinya’ scions were grafted onto twenty different rootstocks with own-rooted vines as the control. The experiment was carried out in a greenhouse and grapevine was trained in an “H” pegola trellis with a planting spacing of 2.5 m×1 m in north-south direction. The experiment was designed in a randomized block arrangement, each rootstock having 3 plots each with 5 plants. The experiment took place in 2018

收稿日期: 2020-04-06 接受日期: 2020-06-22

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-29-12); 浙江省果品新品种选育专项(2016C020052-6); 浙江省农业科学院青年人才培养项目

作者简介: 魏灵珠, 女, 博士, 从事葡萄遗传育种研究。Tel: 0571-86417309, E-mail: weilingzhu@zaas.ac.cn

*通信作者 Author for correspondence. E-mail: wujiang@zaas.ac.cn

to 2019. The phenophase dates, percentages of budbreak, fruiting branches and yield per plant were investigated. The thicknesses of the trunk, scion stems and shoot internode of different plants were randomly measured with a vernier caliper. Shoot internode length was randomly measured with a tapeline, and the ratio of trunk stem thickness to scion stem thickness was calculated. Each treatment had 10 replicates. During ripening of grapevines, more than 50 clusters were randomly selected for each plot to investigate the incidences of heat-burning, berry shrinkage, berry cracking, grey mold and anthrax. Berry samples in different treatments were collected at the same time. Thirty clusters were randomly selected from different plants for measuring cluster weight, length and width. Thirty berries were randomly collected from different clusters and canopy positions in each plant for evaluating berry weight as well as longitudinal and transverse diameters, which were used to calculate fruit shape index. The hardness was measured with a texture analyser and soluble solids with a hand-held refractometer. The titratable acids were determined with titration. Each analysis was repeated for 3 times. For each treatment, 10 berries were randomly sampled and dried in an oven at 70 °C, and the fruit moisture content was calculated. Part of the samples were ground into powder in liquid nitrogen and stored in a freezer at -80 °C for analyses of anthocyanin, total phenols, soluble sugars and organic acids, which were conducted with 3 replicates. **【Results】**The results of principal component analysis showed that the scores of different rootstocks from high to low were ‘110R’ > ‘101-14’ > ‘Rupestrisdulot’ > own-rooted vines > ‘Beaumont’ > ‘Kangzhen No.1’ > ‘420A’ > ‘Riparia Gloire’ > ‘225Ru’ > ‘5BB’ > ‘Dogridge’ > ‘5C’ > ‘Huajia No.8’ > ‘SO4’ > ‘Shen 530’ > ‘3309C’ > ‘Freedom’ > ‘Kangzhen No.3’ > ‘Kangzhen No.5’ > ‘1103P’ > ‘Macadams’. The comprehensive quality of ‘Xinya’ grafted on ‘110R’ ‘101-14’ and ‘Rupestrisdulot’ was better than that of the own-rooted vines. Among them, berry hardness, cluster weight and total sugar content of ‘Xinya’ grafted on ‘110R’ were higher than those of the own-rooted vines. The incidences of sunscald or heat-burning and grey mold in vines on ‘110R’ were 81.48% and 37.50% lower than in the own-rooted vines, respectively, but the cracking rate was 66.67% higher and anthocyanin content lower. The cluster weight, yield per plant, total sugar content and soluble solids in ‘Xinya’ grafted onto ‘101-14’ were higher than in those of own-rooted vines, while the content of anthocyanin had no significant difference. The incidences of heat-burning cluster, berry cracking and grey mold were 63.77%, 8.03% and 72.83% lower than that of the own-rooted vines, respectively. Incidences of berry shrinkage and anthrax were slight. The yield per plant, total sugar content and anthocyanin content in ‘Xinya’ grafted onto ‘Rupestrisdulot’ were higher than in the own-rooted vines. The incidences of heat-burning, cracking and grey mold were 50.98%, 26.47% and 63.24% lower than in the own-rooted vines, respectively, and shrinkage and anthrax incidences were not found. **【Conclusion】**‘101-14’ and ‘Rupestrisdulot’ can be used as the rootstocks for ‘Xinya’, but ‘Rupestrisdulot’ is more suitable, which can improve the peel coloration and reduce incidences of heat-burning, fruit cracking and grey mold.

Key words: ‘Xinya’ grapevine; Stock-scion combination; Growth; Fruit quality; Infected cluster; Principal component analysis

葡萄(*Vitis vinifera* L.)是葡萄科(Vitaceae)葡萄属(*Vitis* L.)多年生落叶木质藤本植物。19世纪中叶的葡萄根瘤蚜为害对欧洲葡萄产业造成了毁灭性的打击,抗根瘤蚜的美洲种葡萄作为砧木嫁接欧洲葡萄挽救了欧洲葡萄产业^[1],推动了嫁接技术的推广应用,促进了抗性砧木育种、砧穗互作及砧木对接穗

生长和果实品质影响等方面的研究^[2]。合理利用砧木嫁接栽培,可以调节成熟期,调整树势,增加产量,提高果实品质,增强葡萄抗逆性,扩大葡萄栽培面积,提升经济效益^[3]。有计划地开展砧木对葡萄生长和果实品质的影响试验,对我国自主育成葡萄品种优质高效栽培具有重要意义。

‘新雅’是新疆葡萄瓜果开发研究中心选育的葡萄新品种,欧亚种,亲本为‘红地球’×‘里扎马特’,2014年通过新疆林木良种审定,属晚熟品种。在浙江地区,采果期可延长至12月中旬,基本不需要疏果,符合省力化栽培需要。‘新雅’成花易,枝梢生长易控制,稳产,果穗外观优美,果粒较大,上色均匀,较抗真菌性病害,但易裂果,易遭日(气)灼,遭粉蚧危害^[4]。目前,关于‘新雅’砧穗组合的研究未见报道,笔者以20种砧木嫁接‘新雅’,‘新雅’扦插自根树作对照,对植株的物候期、生长结果习性、果实品质和果穗染病情况进行研究,采用主成分分析法进行综合评价,旨在克服‘新雅’在浙江地区存在的缺陷,改善果实品质,为浙江地区葡萄生产筛选适宜砧穗组合提供科学参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验基地

试验在浙江省农业科学院杨渡科研创新基地进行,该地属北亚热带季风性气候区,年平均气温为15.9℃,年平均降雨量为1 187 mm,日照时数为2 002.9 h,无霜期持续233.5 d。土壤类型为黄松田、砂壤,0~20 cm土层有机质含量(w,后同)为18.1 g·kg⁻¹,全氮0.9 g·kg⁻¹,速效磷84.5 mg·kg⁻¹,速效钾133.0 mg·kg⁻¹,pH值为6.7。

1.2 试验材料

供试材料为3 a(年)生‘新雅’嫁接树,砧木分别为‘420A’‘3309C’‘哥洛尔’‘225Ru’‘101-14’‘SO4’‘Rupestrisdulot’‘5C’‘110R’‘沈530’‘尤木特’‘麦可达木斯’‘1103P’‘自由’‘5BB’‘道格里吉’‘抗砧1号’‘抗砧3号’‘抗砧5号’和‘华佳8号’,以‘新雅’自根树作对照。单行小区,每处理3个小区,每小区5株,随机区组排列。试验在钢管连栋大棚设施栽培中进行,葡萄架式为单十字“H”型架,株行距为2.5 m×1 m,南北行向。

1.3 试验方法

1.3.1 物候期和生长结果习性调查 参照《葡萄种质资源描述规范和数据标准》^[5],2019年3月至11月调查记载试验材料的物候期、萌芽率、结果枝率和单株产量等。用游标卡尺测量试材嫁接接口上下10 cm处的接穗径粗和主干径粗,并计算穗砧粗度比;冬季修剪前用卷尺测量试材1 a(年)生新梢第4节的长度,用游标卡尺测量1 a生新梢第4节的粗度,每处

理10次重复。

$$\text{萌芽率}/\%=(\text{萌芽芽眼数}/\text{芽眼总数})\times 100;$$

$$\text{结果枝率}/\%=(\text{结果枝总数}/\text{新梢总数})\times 100;$$

$$\text{单株产量}=\text{单株串数}\times\text{穗质量};$$

$$\text{穗砧粗度比}=\text{接穗径粗}/\text{主干径粗}。$$

1.3.2 果穗染病情况调查 在葡萄转熟后至成熟期间,每处理随机选取50个以上的果穗,调查统计裂果病穗率、灰霉率病穗率、日(气)灼病穗率、缩果病穗率、炭疽病穗率等病害,3次重复。

$$\text{裂果病穗率}/\%=(\text{裂果的果穗数}/\text{总果穗数})\times 100;$$

$$\text{灰霉病穗率}/\%=(\text{灰霉的果穗数}/\text{总果穗数})\times 100;$$

$$\text{日(气)灼病穗率}/\%=[\text{日(气)灼数的果穗数}/\text{总果穗数}]\times 100;$$

$$\text{缩果病穗率}/\%=(\text{缩果的果穗数}/\text{总果穗数})\times 100;$$

$$\text{炭疽病穗率}/\%=(\text{炭疽病的果穗数}/\text{总果穗数})\times 100。$$

1.3.3 果实外观品质测定 不同处理在果实成熟期同一时间采样,在葡萄成熟期,每处理随机取不同植株上的果穗30串,测量穗质量、果穗长、果穗宽;每处理随机取不同植株、不同果穗以及不同方位的果粒30粒,测量粒质量、果粒纵径、果粒横径,并计算果形指数。

$$\text{果形指数}=\text{果粒纵径}/\text{果粒横径}。$$

1.3.4 果实内在品质测定 葡萄鲜果采收后,用质构分析仪测定果实硬度,每处理随机取10个果实,3次重复;用手持式折光仪测定可溶性固形物含量,每处理随机取10个果实挤压出汁并混合均匀,3次重复;可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定,每处理3次重复;鲜果用70℃烘箱烘干,计算果实含水量,每处理随机取10个果实,5次重复。

$$\text{果实含水量}/\%=(\text{果实鲜质量}-\text{果实干质量})/\text{果实鲜质量}\times 100。$$

糖酸的组分与含量参照Komatsu等^[6]的方法,用液相色谱仪(Waters 1525, Waters公司,美国)进行测定;总酚的含量依据Folin-Ciocalteu^[7]比色法,用紫外分光光度计进行测定;果皮花色苷的含量参照Pirie等^[8]的方法用紫外分光光度计进行测定。糖酸的组分与含量、总酚的含量测定使用的葡萄果实冻干粉和果皮花色苷的含量测定使用的葡萄果皮冻

干粉,需用液氮速冻磨样机研磨,保存在 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中。每处理3次重复。

1.4 数据处理

试验数据均采用 Microsoft Excel 2019 和 SPSS 23.0 软件进行单因素方差分析(Duncan法, $p < 0.05$)和主成分分析,表中数据为平均值 \pm 标准差。

2 结果与分析

2.1 不同砧木对‘新雅’生长的影响

由表1可知,‘420A’砧嫁接树无小脚现象,‘5BB’‘尤木特’‘101-14’‘3309C’‘抗砧1号’和‘麦可达木斯’砧嫁接树小脚现象不明显,其余砧穗组合的小脚

表1 不同砧木对‘新雅’生长的影响

Table 1 Effects of different rootstocks on growth of ‘Xinya’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	主干径粗 Main stem thickness/mm	接穗径粗 Scion thickness/ mm	穗砧粗度比 Ratio of main stem to scion thickness	新梢节间粗 Shoot internode thickness/mm	新梢节间长 Shoot internode length/cm
420A	42.15 \pm 9.16 ab	34.18 \pm 7.17 abcde	0.81 \pm 0.01 d	9.55 \pm 0.24 a	8.10 \pm 0.20 ab
3309C	27.54 \pm 2.49 defgh	29.53 \pm 10.34 cde	1.06 \pm 0.31 cd	9.06 \pm 0.45 ab	6.77 \pm 2.55 b
哥洛尔 Riparia Gloire	21.59 \pm 6.23 gh	28.58 \pm 5.79 cde	1.35 \pm 0.20 abc	8.93 \pm 0.68 abc	8.10 \pm 1.87 ab
225Ru	22.82 \pm 3.78 fgh	37.31 \pm 12.32 abcde	1.60 \pm 0.29 a	8.82 \pm 0.85 abcd	7.20 \pm 1.31 ab
101-14	32.40 \pm 1.72 cde	34.49 \pm 4.26 abcde	1.07 \pm 0.19 cd	8.70 \pm 0.29 abcde	9.60 \pm 1.61 ab
SO4	27.49 \pm 2.57defgh	41.20 \pm 1.40 abc	1.51 \pm 0.09 ab	8.35 \pm 0.56 abcdefg	7.63 \pm 1.36 ab
Rupestrisdulot	36.16 \pm 8.21 abc	46.83 \pm 7.68 a	1.38 \pm 0.53 abc	8.43 \pm 0.62 abcdef	7.83 \pm 3.35 ab
5C	28.31 \pm 1.07 cdefg	38.97 \pm 0.63 abcd	1.38 \pm 0.05 abc	8.13 \pm 0.31 bcdefg	7.90 \pm 1.05 ab
110R	29.69 \pm 4.35 cdef	36.84 \pm 6.29 abcde	1.25 \pm 0.17 abc	8.15 \pm 1.57 bcdefg	9.73 \pm 4.41 ab
沈530 Shen 530	35.44 \pm 4.36 bcd	47.46 \pm 0.71 a	1.35 \pm 0.17 abc	7.96 \pm 0.19 bcdefg	10.47 \pm 2.81 ab
尤木特 Beaumont	32.18 \pm 1.26 cde	34.72 \pm 1.34 abcde	1.08 \pm 0.03 cd	7.44 \pm 0.60 efgh	9.23 \pm 1.36 ab
麦可达木斯 Macadams	26.24 \pm 2.17 efgh	26.99 \pm 2.59 de	1.03 \pm 0.03 cd	6.42 \pm 0.45 h	7.10 \pm 0.79 ab
1103P	30.60 \pm 1.17 cdef	39.63 \pm 1.23 abcd	1.30 \pm 0.01 abc	7.26 \pm 0.48 fgh	9.73 \pm 0.91 ab
自由 Freedom	27.53 \pm 6.42 defgh	35.59 \pm 8.35 abcde	1.29 \pm 0.02 abc	7.54 \pm 0.46 defgh	8.17 \pm 3.49 ab
5BB	27.47 \pm 3.12 defgh	32.45 \pm 9.38 bcde	1.16 \pm 0.24 bcd	7.45 \pm 1.16 defgh	6.77 \pm 0.60 b
道格里吉 Dogridge	28.93 \pm 1.35 cdefg	35.33 \pm 3.89 abcde	1.22 \pm 0.18 abc	7.67 \pm 0.86 cdefgh	8.00 \pm 2.38 ab
抗砧1号 Kangzhen No.1	35.32 \pm 1.62 bcd	37.28 \pm 5.24 abcde	1.05 \pm 0.14 cd	7.78 \pm 0.97 bcdefgh	11.13 \pm 2.20 a
抗砧3号 Kangzhen No.3	22.65 \pm 5.53 fgh	36.63 \pm 17.33 abcde	1.55 \pm 0.40 ab	7.23 \pm 0.69 fgh	8.00 \pm 0.79 ab
抗砧5号 Kangzhen No.5	19.72 \pm 0.94 h	25.12 \pm 1.13 e	1.27 \pm 0.06 abc	7.22 \pm 0.41 fgh	7.13 \pm 1.16 ab
华佳8号 Huajia No.8	34.08 \pm 1.71 cde	45.89 \pm 3.55 ab	1.35 \pm 0.17 abc	7.60 \pm 0.65 cdefgh	9.73 \pm 3.21 ab
自根苗 Own-rooted vines	43.04 \pm 2.60 a			7.01 \pm 0.60 gh	11.20 \pm 1.13 a

注:不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$)。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference at $p < 0.05$. The same below.

现象较为明显,其中‘225Ru’的小脚现象最明显。

‘新雅’不同砧穗组合的新梢节间粗变化幅度较大,‘420A’‘3309C’‘哥洛尔’‘225Ru’‘101-14’和‘Rupestrisdulot’砧嫁接树的新梢节间粗大于自根树,差异显著,‘麦可达木斯’砧嫁接树的新梢节间粗小于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的新梢节间粗大于自根树,差异不显著。‘新雅’不同砧穗组合的新梢节间长变化幅度较小,‘3309C’和‘5BB’砧嫁接树的新梢节间长小于自根树,差异显著,其余砧穗组合的新梢节间长小于自根树,差异不显著。综合可知,‘麦可达木斯’砧嫁接‘新雅’减弱了接穗生长势。

2.2 不同砧木对‘新雅’结果习性的影响

由表2可知,‘5BB’砧嫁接树相比自根树,萌芽

率、结果枝率、株产量分别提高了3.34%、3.68%、143.89%,‘5BB’砧嫁接树的株产量最大,为47.06 kg。‘110R’砧嫁接树的株产量次于‘5BB’砧嫁接树,为42.00 kg,相比自根树,其萌芽率降低了6.81%,结果枝率和株产量分别提高了7.31%、117.67%。‘420A’砧嫁接树相比自根树,萌芽率、结果枝率、株产量分别提高了4.33%、1.70%、1.38%。‘Rupestrisdulot’‘5C’砧嫁接树相比自根树,降低了萌芽率和结果枝率,但株产量分别提高了75.36%、26.58%。‘101-14’砧嫁接树相比自根树,结果枝率降低了26.19%,萌芽率和株产量分别提高了1.61%、69.88%。‘道格里吉’‘自由’‘SO4’‘225Ru’‘尤木特’‘华佳8号’‘抗砧3号’和‘抗砧1号’砧嫁接相比自

表2 不同砧木对‘新雅’结果习性的影响
Table 2 Effects of different rootstocks on berry characters of ‘Xinya’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	萌芽率 Percentage of pullulation/%	结果枝率 Percentage of fruiting branches/%	株产量 Yield per plant/kg
420A	82.93	85.29	19.56
3309C	85.29	86.21	15.76
哥洛尔 Riparia Gloire	89.29	84.00	18.71
225Ru	86.21	76.00	28.90
101-14	77.42	62.50	20.02
SO4	80.65	60.00	29.85
Rupestrisdulot	71.43	70.00	33.83
5C	77.42	79.17	24.42
110R	74.07	90.00	42.00
沈530 Shen 530	75.86	77.27	18.68
尤木特 Beaumont	92.86	80.77	28.73
麦可达木斯 Macadams	85.71	83.33	13.45
1103P	85.19	82.61	14.40
自由 Freedom	89.74	82.86	30.32
5BB	82.14	86.96	47.06
道格里吉 Dogridge	83.72	66.67	32.03
抗砧1号 Kangzhen No.1	88.89	70.83	20.57
抗砧3号 Kangzhen No.3	80.65	80.00	24.89
抗砧5号 Kangzhen No.5	86.67	69.23	16.53
华佳8号 Huajia No.8	88.24	83.33	27.95
自根苗 Own-rooted vines	79.49	83.87	19.29

根树,萌芽率均有提高,上升幅度为1.46%~16.82%,结果枝率均有降低,下降幅度为0.64%~16.82%,株产量均有提高,上升幅度为6.6%~66.01%。‘哥洛尔’和‘3309C’砧嫁接树相比自根树,提高了萌芽率和结果枝率,株产量分别降低了3.00%、18.30%,‘抗砧5号’‘1103P’和‘麦可达木斯’砧嫁接树相比自根树,提高了萌芽率,降低了结果枝率和株产量。‘沈530’砧嫁接树相比自根树,萌芽率、结果枝率、株产量分别降低了4.56%、7.87%、3.17%。

由此可知,‘420A’和‘5BB’砧提高了‘新雅’的萌芽率、结果枝率和株产量,‘沈530’砧降低了‘新雅’的萌芽率、结果枝率和株产量。

2.3 不同砧木对‘新雅’果穗染病的影响

由表3可知,自根树的日(气)灼病穗率为18.00%,‘5C’砧嫁接树的日(气)灼病穗率为0。‘SO4’‘1103P’‘抗砧1号’‘麦可达木斯’‘抗砧5号’‘Rupestrisdulot’‘101-14’‘沈530’‘华佳8号’‘自由’‘道格里吉’‘225Ru’‘110R’‘420A’‘尤木特’‘抗砧3号’和‘5BB’砧嫁接树的日(气)灼病穗率比自根树低27.85%~86.45%,差异显著。‘3309C’砧嫁接树的日(气)灼病穗率低于自根树,差异不显著。‘哥洛尔’砧嫁接树的日(气)灼病穗率最高,为23.26%,高于

表3 不同砧木对‘新雅’果穗染病的影响

Table 3 Effects of different rootstocks on the percentage of cracking and gray mold of ‘Xinya’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	日(气)灼病穗率 Sunscald and gas burning cluster rate/%	缩果病穗率 Shrinkage cluster rate/%	裂果病穗率 Cracking cluster rate/%	灰霉病穗率 Gray mold cluster rate/%	炭疽病穗率 Anthrax cluster rate/%
420A	3.31±1.63 gh	21.49±4.78 cd	3.31±1.63 hi	0.00±0.00 f	0.00±0.00 b
3309C	15.00±2.56 bc	18.00±2.25 d	35.00±9.74 c	2.00±0.20 ef	2.00±0.20 a
哥洛尔 Riparia Gloire	23.26±1.64 a	37.21±6.79 a	69.77±4.93 a	0.00±0.00 f	0.00±0.00 b
225Ru	3.95±1.02 gh	30.26±4.26 b	3.95±1.02 hi	2.63±2.46 ef	2.63±2.46 a
101-14	6.52±0.86 efg	4.35±2.21 fgh	23.91±9.16 d	4.35±2.21 cde	2.17±1.36 a
SO4	5.88±1.80 efg	11.76±7.69 e	20.59±6.30 de	0.00±0.00 f	0.00±0.00 b
Rupestrisdulot	8.82±3.20 def	0.00±0.00 h	19.12±3.29 de	5.88±1.02 cd	0.00±0.00 b
5C	0.00±0.00 h	2.56±2.25 gh	20.51±9.25 de	2.56±2.25 ef	0.00±0.00 b
110R	3.33±2.94 gh	6.67±1.47 efg	43.33±1.47 b	10.00±1.47 b	0.00±0.00 b
沈530 Shen 530	6.02±1.83 efg	5.26±0.48 fgh	10.53±0.96 fgh	6.77±1.91 c	2.25±0.87 a
尤木特 Beaumont	3.28±2.95 gh	0.00±0.00 h	42.62±6.64 bc	1.64±1.48 ef	0.00±0.00 b
麦可达木斯 Macadams	11.11±4.25 cd	3.70±3.40 fgh	0.00±0.00 i	0.00±0.00 f	0.00±0.00 b
1103P	12.99±2.62 cd	9.09±0.80 ef	1.30±1.14 i	1.30±1.14 ef	0.00±0.00 b
自由 Freedom	4.57±2.14 fg	4.00±3.50 fgh	13.72±4.76 efg	0.57±0.50 f	0.00±0.00 b
5BB	2.44±0.39 gh	1.63±1.44 gh	1.63±1.44 i	0.00±0.00 f	0.00±0.00 b
道格里吉 Dogridge	4.23±1.35 gh	2.82±2.78 gh	18.31±4.49 def	2.82±2.78 def	0.00±0.00 b
抗砧1号 Kangzhen No.1	12.31±2.16 cd	26.15±0.48 bc	10.77±2.40 fgh	10.77±2.40 b	0.00±0.00 b
抗砧3号 Kangzhen No.3	2.56±0.07 gh	6.41±1.12 efg	0.00±0.00 i	1.28±1.25 ef	0.00±0.00 b
抗砧5号 Kangzhen No.5	10.00±1.47 de	3.33±2.94 fgh	6.67±1.47 ghi	3.33±2.94 def	0.00±0.00 b
华佳8号 Huajia No.8	5.47±0.44 fg	4.69±0.30 fgh	7.03±0.34 ghi	3.12±0.20 def	0.00±0.00 b
自根苗 Own-rooted vines	18.00±5.30 b	0.00±0.00 b	26.00±3.05 d	16.00±3.37 a	0.00±0.00 b

自根树,差异显著。自根树、‘尤木特’和‘Rupestrisdulot’缩果病穗率均为0,其余砧穗组合均有缩果现象。‘5BB’‘5C’‘道格里吉’‘抗砧5号’‘麦可达木斯’‘自由’‘101-14’和‘华佳8号’砧嫁接树的缩果病穗率范围为1.63%~4.69%,高于自根树,差异不显著。‘沈530’‘抗砧3号’‘110R’‘SO4’‘1103P’‘3309C’‘420A’‘抗砧1号’‘225Ru’和‘哥洛尔’砧嫁接树的病穗缩果率范围为5.26%~37.21%,高于自根树,差异显著。自根树的裂果病穗率为26.00%,‘麦可达木斯’和‘抗砧3号’砧嫁接树的裂果病穗率均为0。‘自由’‘抗砧1号’‘沈530’‘华佳8号’‘抗砧5号’‘225Ru’‘420A’‘5BB’和‘1103P’砧嫁接树的裂果病穗率比自根树低8.03%~95.00%,差异显著。‘101-14’‘5C’‘Rupestrisdulot’‘道格里吉’和‘SO4’砧嫁接树的裂果病穗率低于自根树,差异不显著。‘哥洛尔’‘110R’‘尤木特’和‘3309C’砧嫁接树的裂果病穗率高于自根树,差异显著。自根树的灰霉病穗率最高,为16.00%。其余砧穗组合的灰霉病穗率均低于自根树,差异显著,其中‘420A’‘哥洛尔’‘SO4’‘麦可达木斯’和‘5BB’砧嫁接树的灰霉病穗

率均为0。‘新雅’葡萄的炭疽病穗率较低,基本为0。‘3309C’‘225Ru’‘沈530’和‘101-14’砧嫁接树的炭疽病穗率为2.00%~2.63%,高于自根树,差异显著。

综合可知,‘Rupestrisdulot’砧嫁接‘新雅’降低了日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率,无缩果和炭疽病穗。‘5C’‘麦可达木斯’‘自由’‘5BB’‘道格里吉’和‘抗砧5号’砧嫁接‘新雅’稍有缩果病穗,无炭疽病穗,降低了日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率。‘101-14’‘沈530’砧嫁接‘新雅’日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率均低于自根树,但稍有缩果和炭疽病穗。

2.4 不同砧木对‘新雅’果实外观品质的影响

由表4可知,‘5BB’和‘101-14’砧嫁接树的穗质量大于自根树,差异显著,‘5BB’砧嫁接树的穗质量最大,为1238.3 g。‘1103P’‘麦可达木斯’和‘沈530’砧嫁接树的穗质量小于自根树,差异不显著,‘沈530’砧嫁接树的穗质量最小,为593.10 g,其余砧穗组合的穗质量大于自根树,差异不显著。‘Rupestrisdulot’‘道格里吉’‘5BB’‘110R’‘抗砧5号’‘5C’‘抗

表4 不同砧木对‘新雅’果实外观品质的影响

Table 4 Effects of different rootstocks on appearance quality of ‘Xinya’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	穗质量 Cluster weight/g	果穗长 Cluster length/cm	果穗宽 Cluster width/cm	粒质量 Berry weight/g	果粒纵径 Vertical diameter/cm	果粒横径 Transverse diameter/cm	果形指数 Fruit shape index
420A	815.00±51.40 bcdef	18.87±1.63 cde	15.17±1.21 cd	7.46±0.64 de	3.10±0.15 abc	2.07±0.06 f	1.49±0.07 a
3309C	815.33±278.40 bcdef	18.10±2.92 e	15.93±0.32 abcd	8.08±0.34 cde	3.15±0.03 ab	2.14±0.04 cdef	1.47±0.03 ab
哥洛尔 Riparia Gloire	790.73±154.10 bcdef	19.40±0.82 bcde	17.13±2.53 abc	7.91±0.31 cde	3.15±0.07 ab	2.13±0.05 def	1.47±0.05 ab
225Ru	862.67±96.78 bcdef	19.40±2.00 bcde	17.07±1.17 abc	8.93±0.62 ab	3.13±0.07 abc	2.23±0.05 abcde	1.4±0.01 bcde
101-14	1 111.07±128.35 ab	19.87±0.84 abcde	16.83±1.38 abc	7.90±0.33 cde	3.04±0.10 abcd	2.13±0.02 def	1.43±0.05 abcd
SO4	994.87±203.08 abcd	19.33±1.76 bcde	16.97±1.16 abc	8.50±0.25 abc	3.02±0.25 abcd	2.12±0.13 ef	1.43±0.04 abcd
Rupestrisdulot	890.33±85.85 bcdef	23.20±3.20 a	16.23±1.01 abcd	8.19±0.40 c	2.99±0.06 abcd	2.20±0.04 abcde	1.36±0.01 defg
5C	787.80±25.15 bcdef	21.07±0.76 abcde	16.03±0.81 abcd	8.26±0.46 bc	3.17±0.07 a	2.17±0.06 abcdef	1.46±0.07 abc
110R	1 049.90±187.93 abc	22.00±1.93 abcd	16.70±1.31 abc	8.46±0.11 abc	3.03±0.03 abcd	2.22±0.02 abcde	1.36±0.03 defg
沈530 Shen 530	593.10±118.88 f	17.87±1.38 e	15.03±0.67 cd	8.06±0.10 cde	3.10±0.06 abc	2.18±0.01 abcdef	1.42±0.03 abcde
尤木特 Beaumont	844.93±73.37 bcdef	19.93±0.64 abcde	15.47±0.80 bcd	8.51±0.19 abc	3.07±0.03 abcd	2.22±0.04 abcde	1.38±0.03 cdef
麦可达木斯 Macadams	640.37±227.95 ef	18.77±3.05 cde	14.00±2.20 d	7.47±0.45 de	3.02±0.18 abcd	2.16±0.12 bcdef	1.40±0.03 bcde
1103P	719.77±31.89 def	18.70±1.04 de	16.77±2.14 abc	8.32±0.10 bc	3.01±0.04 abcd	2.22±0.06 abcde	1.36±0.05 defg
自由 Freedom	937.83±198.05 abcde	20.10±2.10 abcde	15.93±0.93 abcd	7.98±0.31 cde	2.97±0.08 bcd	2.20±0.07 abcde	1.36±0.06 defg
5BB	1 238.30±160.99 a	22.30±0.85 abc	18.30±1.40 a	7.40±0.21 e	2.96±0.03 cd	2.12±0.04 ef	1.40±0.04 bcde
道格里吉 Dogridge	1 055.87±101.10 abc	22.57±1.11 ab	16.20±0.78 abcd	8.59±0.12 abc	3.05±0.01 abcd	2.28±0.05 a	1.34±0.04 efg
抗砧1号 Kangzhen No.1	806.57±189.94 bcdef	20.23±2.75 abcde	15.63±0.80 bcd	8.14±0.19 cd	2.96±0.03 cd	2.25±0.03 abc	1.31±0.02 fg
抗砧3号 Kangzhen No.3	995.73±151.29 abcd	20.93±1.48 abcde	16.83±0.60 abc	8.01±0.31 cde	2.91±0.03 d	2.24±0.04 abcd	1.30±0.03 g
抗砧5号 Kangzhen No.5	1 033.30±281.81 abcd	21.13±0.91 abcde	17.93±2.03 ab	8.57±0.44 abc	3.10±0.01 abc	2.23±0.07 abcde	1.39±0.05 bcde
华佳8号 Huajia No.8	873.57±221.66 bcdef	17.67±1.87 e	16.40±0.53 abcd	8.31±0.50 bc	3.09±0.12 abcd	2.20±0.05 abcde	1.40±0.05 bcde
自根苗 Own-rooted vines	771.73±114.53 cdef	19.97±0.97 abcde	15.17±1.27 cd	9.04±0.52 a	3.11±0.03 abc	2.27±0.09 ab	1.37±0.06 defg

砧3号’‘抗砧1号’和‘自由’砧嫁接树的果穗长大于自根树,差异不显著,‘尤木特’‘101-14’‘225Ru’‘哥洛尔’‘SO4’‘420A’‘麦可达木斯’‘1103P’‘3309C’‘沈530’和‘华佳8号’砧嫁接树的果穗长小于自根树,差异不显著。‘5BB’和‘抗砧5号’砧嫁接树的果穗宽大于自根树,差异显著,‘420A’‘沈530’和‘麦可达木斯’砧嫁接树的果穗宽小于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的果穗宽大于自根树,差异不显著。

自根树的粒质量最大,为9.04 g。‘225Ru’‘道格里吉’‘抗砧5号’‘尤木特’‘SO4’和‘110R’砧嫁接树的粒质量小于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的粒质量均小于自根树,差异显著。‘5C’‘哥洛尔’‘3309C’和‘225Ru’砧嫁接树的果粒纵径大于自根树,差异不显著,‘抗砧3号’砧嫁接树的果粒纵径小

于自根树,差异显著,其余砧穗组合的果粒纵径小于自根树,差异不显著。‘道格里吉’砧嫁接树的果粒横径大于自根树,差异不显著,‘3309C’‘哥洛尔’‘101-14’‘SO4’‘5BB’和‘420A’砧嫁接树的果粒横径小于自根树,差异显著,其余砧穗组合的果粒横径小于自根树,差异不显著。由果形指数可知,自根树的果实为椭圆形,‘420A’‘哥洛尔’‘3309C’和‘5C’的果形指数显著大于自根树,为长椭圆形,其余砧穗组合的果形指数与自根树差异不显著,均为椭圆形。

综合可知,‘5BB’和‘101-14’砧显著提高了‘新雅’的穗质量,‘420A’‘哥洛尔’‘3309C’和‘5C’砧嫁接‘新雅’增大了果形指数,增长了果粒长度。

2.5 不同砧木对‘新雅’果实内在品质的影响

由表5可知,‘110R’‘沈530’‘道格里吉’

表5 不同砧木对‘新雅’果实内在品质的影响

Table 5 Effects of different rootstocks on internal quality of ‘Xinya’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	硬度 Hardness/N	w(总糖) Total sugar content/ (mg·g ⁻¹)	w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	w(可滴定酸) Titratable acid content/%	固酸比 Ration of soluble solid to acid	果实含水量 Fruit moisture content/%	w(总酚) Total phenols content/ (mg·g ⁻¹)	果皮花色素 苷含量 Peel anthocy- anin content/ (ΔOD·g ⁻¹)
420A	6.10±1.05 bcde	149.95±21.92 abc	19.98±0.73 ab	0.25±0.01 a	81.00	79.00±0.02 def	0.53±0.04 c	0.74±0.03 a
3309C	4.42±1.50 fgh	135.43±22.16 bed	20.21±1.53 ab	0.23±0.01 abc	86.61	81.67±0.02 abc	0.40±0.08 de	0.54±0.02 b
哥洛尔 Riparia Gloire	4.84±1.60 defgh	165.34±19.06 a	20.04±0.73 ab	0.21±0.00 cde	95.43	80.00±0 cdef	0.43±0.07 d	0.34±0.03 e
225Ru	6.53±1.50 abc	138.84±21.04 abcd	18.49±0.87 de	0.19±0.01 efg	99.03	82.33±0.01 abc	0.70±0.06 b	0.21±0.00 hi
101-14	5.62±2.19 cdefgh	153.31±10.18 ab	20.61±0.58 a	0.22±0.01 bcd	95.12	78.67±0.02 ef	0.28±0.02 gh	0.14±0.02 k
SO4	6.01±2.10 bcdef	153.48±5.74 ab	17.71±0.73 efg	0.19±0.01 efg	94.90	78.67±0.01 ef	0.27±0.02 h	0.19±0.02 ij
Rupestrisdulot	6.01±1.39 bcdef	154.74±14.19 ab	19.93±0.68 ab	0.23±0.00 abcd	86.65	82.67±0.01 ab	0.43±0.01 d	0.26±0.00 g
5C	6.53±1.14 abc	133.45±19.86 bcd	16.94±1.10 ghi	0.22±0.01 abcd	75.85	81.67±0.01 abc	0.43±0.02 d	0.10±0.02 l
110R	7.69±1.56 a	146.91±4.21 abcd	18.35±0.74 def	0.22±0.02 bcd	84.69	80.67±0.02 bcde	0.44±0.02 d	0.08±0.01 l
沈530 Shen 530	7.25±1.70 ab	136.91±6.00 bcd	18.39±1.10 def	0.20±0.01 def	90.44	82.67±0.01 ab	0.78±0.05 a	0.15±0.01 k
尤木特 Beaumont	5.78±1.40 bcdefg	148.63±6.44 abcd	20.17±1.32 ab	0.21±0.02 cde	96.05	80.67±0.01 bcde	0.54±0.01 c	0.30±0.01 f
麦可达木斯 Macadams	4.03±1.12 h	123.11±19.37 d	17.22±1.14 ghi	0.20±0.01 def	82.00	82.33±0.01 abc	0.68±0.05 b	0.24±0.02 gh
1103P	5.37±1.78 cdefgh	143.38±2.39 abcd	17.06±0.48 ghi	0.24±0.01 ab	83.90	83.33±0.01 a	0.57±0.06 c	0.23±0.03 gh
自由 Freedom	4.34±1.45 gh	141.60±3.94 abcd	16.34±1.21 i	0.18±0.01 fg	69.04	80.67±0.02 bcde	0.54±0.03 c	0.45±0.01 c
5BB	4.57±1.09 dfgh	145.12±2.44 abcd	17.02±0.93 ghi	0.20±0.02 def	92.84	80.00±0.01 cdef	0.34±0.02 efg	0.25±0.02 g
道格里吉 Dogridge	7.00±1.40 abc	132.50±13.72 bcd	16.64±1.07 hi	0.20±0.01 def	81.84	81.33±0.01 abc	0.39±0.03 def	0.14±0.01 k
抗砧1号 Kangzhen No.1	6.04±1.32 bcdef	154.92±2.38 ab	18.83±1.16 cd	0.22±0.02 bcd	92.61	81.00±0.01 bcd	0.32±0.02 fgh	0.17±0.03 jk
抗砧3号 Kangzhen No.3	4.44±1.49 fgh	142.32±11.58 abcd	17.63±0.84 efg	0.17±0.02 g	81.37	81.00±0.01 bcd	0.52±0.04 d	0.10±0.02 l
抗砧5号 Kangzhen No.5	5.45±1.38 cdefgh	133.76±8.30 bcd	17.46±1.37 fgh	0.20±0.02 def	102.71	82.00±0.01 abc	0.38±0.04 def	0.37±0.01 d
华佳8号 Huajia No.8	5.43±1.73 cdefgh	140.60±19.13 abcd	19.51±0.88 bc	0.21±0.00 cde	95.95	82.67±0.01 ab	0.32±0.02 fgh	0.48±0.02 c
自根苗 Own-rooted vines	6.34±1.45 abcd	125.58±8.25 cd	20.34±1.02 ab	0.22±0.01 bcd	96.86	78.00±0.01 f	0.71±0.03 b	0.15±0.01 k

‘225Ru’和‘5C’砧嫁接树的果实硬度大于自根树,差异不显著,‘5BB’‘抗砧3号’‘3309C’‘自由’和‘麦可达木斯’砧嫁接树的果实硬度小于自根树,差异显著,较不耐贮运,其余砧穗组合的果实硬度小于自根树,差异不显著。自根树的总糖含量为125.58 mg·g⁻¹。‘哥洛尔’‘抗砧1号’‘Rupestrisdulot’‘SO4’和‘101-14’砧嫁接树的总糖含量高于自根树,差异显著,其中‘哥洛尔’砧嫁接树的总糖含量最高,达到165.34 mg·g⁻¹。‘麦可达木斯’砧嫁接树的总糖含量最低,为123.11 mg·g⁻¹,与自根树差异不显著,其余砧穗组合的总糖含量均高于自根树,差异不显著。自根树的可溶性固形物含量为20.34%,不同砧穗组合的可溶性固形物含量基本均在17.00%以上。‘101-14’砧嫁接树的可溶性固形物含量最高,达到20.61%,与自根树差异不显著,‘3309C’‘尤木特’‘哥洛尔’‘420A’‘Rupestrisdulot’和‘华佳8号’砧嫁接树的可溶性固形物含量低于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的可溶性固形物含量均低于自根树,差异显著,其中‘5C’‘道格里吉’和‘自由’砧嫁接树的可溶性固形物含量低于17.00%。‘420A’砧嫁接树的可滴定酸含量最高,为0.25%,高于自根树,差异显著。‘1103P’‘3309C’‘Rupestrisdulot’‘5C’‘110R’‘抗砧1号’和‘101-14’砧嫁接树的可滴定酸含量高于自根树,差异不显著,‘225Ru’‘SO4’‘自由’和‘抗砧3号’砧嫁接树的可滴定酸含量低于自根树,差异显著,其中‘抗砧3号’砧嫁接树的可滴定酸含量最低,为0.17%,其余砧穗组合的可滴定酸含量低于自根树,差异不显著。‘新雅’不同砧穗组合和自根树的固酸比含量均较高,果实口感均较好。‘抗砧3号’‘225Ru’‘尤木特’‘哥洛尔’‘101-14’和‘SO4’砧嫁接树的固酸比大于自根树,其余砧穗组合的固酸比均小于自根树。自根树的果实含水量最低,为78.00%。‘1103P’‘华佳8号’‘沈530’‘Rupestrisdulot’‘225Ru’‘麦可达木斯’‘抗砧5号’‘3309C’‘5C’‘道格里吉’‘抗砧1号’‘抗砧3号’‘110R’‘尤木特’和‘自由’砧嫁接树的果实含水量高于自根树,差异显著,其中‘1103P’砧嫁接树的果实含水量最高,为83.33%。‘哥洛尔’‘5BB’‘420A’‘101-14’和‘SO4’砧嫁接树的果实含水量高于自根树,差异不显著。‘沈530’砧嫁接树的总酚含量最高,为0.78 mg·g⁻¹,高于自根树,差异显著,‘225Ru’和‘麦可达木斯’砧嫁接树的总酚含量低于自根树,差异不显著,其余砧

穗组合的总酚含量均低于自根树,差异显著。‘420A’‘3309C’‘华佳8号’‘自由’‘抗砧5号’‘哥洛尔’‘尤木特’‘Rupestrisdulot’‘5BB’‘麦可达木斯’‘1103P’‘225Ru’和‘SO4’砧嫁接树的果皮花色苷含量高于自根树,差异显著,其中‘420A’砧嫁接树的果皮花色苷含量最高,为0.74 mg·g⁻¹。‘抗砧1号’和‘沈530’砧嫁接树的果皮花色苷含量高于自根树,差异不显著,‘101-14’和‘道格里吉’砧嫁接树的果皮花色苷含量低于自根树,差异不显著,‘抗砧3号’‘5C’和‘110R’砧嫁接树的果皮花色苷含量低于自根树,差异显著。

由表6可知,‘新雅’葡萄果实中,葡萄糖和果糖的含量较为接近,两者含量远高于蔗糖含量,果糖的含量稍高于葡萄糖。‘哥洛尔’砧嫁接树的果实蔗糖含量最高,达到7.22 mg·g⁻¹,其次是‘抗砧1号’砧嫁接树,为7.15 mg·g⁻¹,两者蔗糖含量均高于自根树,差异不显著。‘华佳8号’‘道格里吉’‘抗砧5号’‘沈530’和‘麦可达木斯’砧嫁接树的果实蔗糖含量低于自根树,差异显著,其余砧穗组合的果实蔗糖含量低于自根树,差异不显著。‘哥洛尔’‘SO4’‘101-14’‘Rupestrisdulot’‘抗砧1号’和‘420A’砧嫁接树的果实葡萄糖含量高于自根树,差异显著,其中‘哥洛尔’砧嫁接树的果实葡萄糖含量最高,达到74.79 mg·g⁻¹。‘麦可达木斯’砧嫁接树的果实葡萄糖含量低于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的果实葡萄糖含量高于自根树,差异不显著。‘哥洛尔’‘Rupestrisdulot’和‘抗砧1号’砧嫁接树的果实果糖含量分别为83.34 mg·g⁻¹、80.31 mg·g⁻¹、78.99 mg·g⁻¹,高于自根树,差异显著,其余砧穗组合的果实果糖含量均高于自根树,差异不显著。综合可知,‘哥洛尔’和‘抗砧1号’砧提高了‘新雅’果实中蔗糖、葡萄糖和果糖含量。

‘新雅’葡萄果实中的有机酸主要是酒石酸和苹果酸,柠檬酸含量较低。‘沈530’砧嫁接树的果实酒石酸含量最高,达到3.40 mg·g⁻¹,其次是‘5C’砧嫁接树,为3.28 mg·g⁻¹,两者果实酒石酸含量均高于自根树,差异显著。‘抗砧5号’‘自由’和‘抗砧1号’砧嫁接树的果实酒石酸含量低于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的果实酒石酸含量高于自根树,差异不显著。‘1103P’‘110R’‘抗砧1号’‘420A’‘5C’‘沈530’‘尤木特’‘哥洛尔’‘SO4’‘225Ru’‘5BB’‘3309C’‘道格里吉’‘抗砧3号’‘麦可达木斯’‘Rupestrisdulot’和‘抗砧5号’砧嫁接树的果实苹果酸含

表 6 不同砧木对‘新雅’果实糖酸成分与含量的影响

Table 6 Effects of different rootstocks on components and contents of sugar and acid of ‘Xinya’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	w(蔗糖) Sucrose content/ (mg·g ⁻¹)	w(葡萄糖) Glucose content/ (mg·g ⁻¹)	w(果糖) Fructose content/ (mg·g ⁻¹)	w(酒石酸) Tartaric acid con- tent/(mg·g ⁻¹)	w(苹果酸) Malic acid con- tent/(mg·g ⁻¹)	w(柠檬酸) Citric acid con- tent/(mg·g ⁻¹)	β
420A	5.53±1.49 abc	68.59±9.80 abc	75.84±10.78 abcd	2.26±0.28 abcd	1.04±0.16 cd	0.21±0.02 cd	2.20±0.2 de
3309C	4.97±1.07 bcd	61.47±10.27 bcd	68.98±11.48 bcd	2.30±0.62 abcd	0.71±0.17 ef	0.23±0.03 cd	3.27±0.84 abcd
哥洛尔 Riparia Gloire	7.22±2.41 a	74.79±8.90 a	83.34±9.78 a	3.20±0.20 ab	0.85±0.13 def	0.37±0.05 bcd	3.79±0.47 ab
225Ru	5.71±1.05 abc	62.12±9.39 bcd	71.01±10.60 abcd	2.99±0.48 abc	0.82±0.15 def	0.37±0.2 bcd	3.68±0.46 abc
101-14	6.05±1.39 ab	70.19±5.81 abc	77.07±5.76 abcd	2.91±0.07 abc	1.05±0.15 cd	0.37±0.03 bcd	2.81±0.34 bcd
SO4	4.80±1.06 bcde	70.88±2.10 ab	77.80±2.74 abcd	3.10±0.07 abc	0.85±0.04 def	0.42±0.02 abc	3.64±0.19 abc
Rupestrisdulot	4.34±0.71 bcde	70.08±6.82 abc	80.31±7.71 ab	2.30±0.06 abcd	0.66±0.05 fg	0.26±0.02 bcd	3.49±0.21 abc
5C	5.76±0.97 abc	58.29±8.95 cd	69.39±10.40 bcd	3.28±0.62 a	1.01±0.17 cd	0.32±0.07 bcd	3.26±0.27 abcd
110R	4.96±0.51 bcd	65.47±2.22 abcd	76.47±2.48 abcd	2.78±2.20 abc	1.29±0.10 ab	0.45±0.01 ab	2.09±1.59 de
沈 530 Shen 530	3.29±1.39 de	59.66±3.14 bcd	73.96±3.64 abcd	3.40±0.13 a	0.99±0.12 cd	0.31±0.01 bcd	3.44±0.28 abc
尤木特 Beaumont	4.67±0.86 bcde	66.79±2.61 abcd	77.16±2.97 abcd	2.30±0.39 abcd	0.91±0.03 de	0.29±0.02 bcd	2.53±0.34 bcd
麦可达木斯 Macadams	2.82±0.86 e	54.90±8.56 d	65.39±10.19 cd	2.48±0.69 abcd	0.67±0.10 fg	0.17±0.11 d	3.66±0.52 abc
1103P	5.43±0.82 abc	64.03±1.13 abcd	73.92±1.34 abcd	3.02±0.69 abc	1.49±0.04 a	0.36±0.02 bcd	2.03±0.51 de
自由 Freedom	4.57±0.15 bcde	62.73±1.62 abcd	74.30±2.20 abcd	1.68±0.07 cd	0.47±0.04 gh	0.25±0.17 bcd	3.58±0.43 abc
5BB	4.15±0.72 bcde	66.52±0.77 abcd	74.46±0.95 abcd	1.82±0.10 bcd	0.73±0.02 ef	0.45±0.23 ab	2.51±0.14 cd
道格里吉 Dogridge	3.37±0.42 de	60.01±6.48 bcd	69.12±7.38 bcd	2.06±0.67 abcd	0.71±0.04 ef	0.26±0.17 bcd	2.86±0.78 bcd
抗砧 1 号 Kangzhen No.1	7.15±1.08 a	68.79±1.68 abc	78.99±1.77 abc	1.35±1.66 d	1.16±0.03 bc	0.40±0.03 abc	1.16±1.42 e
抗砧 3 号 Kangzhen No.3	5.54±0.84 abc	64.59±5.11 abcd	72.20±5.80 abcd	2.60±0.10 abcd	0.69±0.05 efg	0.59±0.15 a	3.78±0.13 ab
抗砧 5 号 Kangzhen No.5	3.32±0.43 de	61.28±4.11 bcd	69.16±4.58 bcd	1.70±0.12 cd	0.65±0.04 fg	0.38±0.19 bcd	2.61±0.05 bcd
华佳 8 号 Huajia No.8	3.96±1.13 cde	64.12±8.50 abcd	72.52±9.70 abcd	2.38±0.62 abcd	0.30±0.33 h	0.19±0.03 d	3.15±0.45 abcd
自根苗 Own-rooted vines	6.23±0.38 ab	54.97±3.65 d	64.38±4.25 d	1.79±0.29 bcd	0.41±0.03 h	0.28±0.05 bcd	4.39±0.99 a

量高于自根树,差异显著,其中‘1103P’砧嫁接树的果实苹果酸含量最高,达到 1.49 mg·g⁻¹。‘自由’砧嫁接树的果实苹果酸含量高于自根树,差异不显著,‘华佳 8 号’砧嫁接树的果实苹果酸含量低于自根树,差异不显著。‘抗砧 3 号’砧嫁接树的柠檬酸含量最高,达到 0.59 mg·g⁻¹,高于自根树,差异显著,‘5BB’‘110R’‘SO4’‘抗砧 1 号’‘抗砧 5 号’‘225Ru’‘哥洛尔’‘101-14’‘1103P’‘5C’‘沈 530’和‘尤木特’砧嫁接树的果实柠檬酸含量高于自根树,差异不显著,其余砧穗组合的果实柠檬酸含量低于自根树,差异不显著。 β 比率是酒石酸与苹果酸含量的比值。自根树的 β 比率最大,为 4.39;‘哥洛尔’‘抗砧 3 号’‘225Ru’‘麦可达木斯’‘SO4’‘自由’‘Rupestrisdulot’‘沈 530’‘3309C’‘5C’和‘华佳 8 号’砧嫁接树的 β 比率均小于自根树,差异不显著,其余砧

穗组合的 β 比率均显著小于自根树。综上可知,‘哥洛尔’‘225Ru’‘101-14’‘SO4’‘5C’‘110R’‘沈 530’‘尤木特’‘1103P’‘5BB’和‘抗砧 3 号’砧提高了‘新雅’果实中酒石酸、苹果酸、柠檬酸的含量,‘自由’降低了‘新雅’果实中酒石酸、苹果酸、柠檬酸的含量。

2.6 不同砧木‘新雅’的主成分分析

以每个主成分所对应的特征值占 10 个所提取主成分总特征值的比值作为权重,计算主成分综合模型: $F=0.17761F_1+0.16506F_2+0.12829F_3+0.09479F_4+0.09101F_5+0.07038F_6+0.05166F_7+0.04502F_8+0.03567F_9+0.03343F_{10}$, 26 个砧穗组合和自根树的综合评价排名由高到低依次是:‘110R’>‘101-14’>‘Rupestrisdulot’>自根树>‘尤木特’>‘抗砧 1 号’>‘420A’>‘哥洛尔’>‘225Ru’>‘5BB’>

‘道格里吉’>‘5C’>‘华佳8号’>‘SO4’>‘沈530’>‘3309C’>‘自由’>‘抗砧3号’>‘抗砧5号’>‘1103P’>‘麦可达木斯’。排名在自根树之前的有‘110R’‘101-14’‘Rupestrisdulot’砧嫁接树。结合‘新雅’综合主成分评价排名(表7)和‘新雅’染病果穗与果皮着色情况,‘110R’‘101-14’和‘Rupestrisdulot’砧嫁接树的综合评价优于自根树。其中‘110R’砧嫁接树的果实硬度最大,比自根树高21.24%,更耐贮运,穗质量比自根树高36.04%,果实总糖含量比自根树高16.99%,日(气)灼病穗率、灰霉病穗率分别比自根树低81.48%、37.50%,果穗稍有缩果,无炭疽病,但裂果病穗率比自根树高66.67%,果皮花色苷含量显著低于自根树,故‘110R’砧既不能全面降低‘新雅’的染病果穗率,也不能改善‘新雅’果皮着色问题,不宜作‘新雅’的嫁

接砧木。

‘101-14’砧嫁接树的穗质量、株产量分别比自根树高43.97%、3.76%,果实总糖含量、可溶性固形物含量分别比自根树高22.08%、1.33%,果皮花色苷含量低于自根树,但差异不显著,果穗稍有缩果和炭疽病,日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率分别比自根树低63.77%、8.03%、72.83%,故‘101-14’砧降低了‘新雅’的染病果穗率,果皮着色和自根树差异不显著,可以作‘新雅’的嫁接砧木。‘Rupestrisdulot’砧嫁接树的株产量比自根树高75.36%,果实总糖含量比自根树高23.22%,果皮花色苷含量显著高于自根树,日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率相比自根树降低了50.98%、26.47%、63.24%,无缩果和炭疽病穗,故‘Rupestrisdulot’砧既能改善‘新雅’果皮着色,又能降低染病果穗率,最适

表7 综合主成分

Table 7 Comprehensive principal component values

砧穗组合 Stock-scion combination	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F	排名 Ranking
420A	0.31	0.29	-2.05	1.64	0.84	0.49	1.40	-0.80	0.92	0.56	0.19	7
3309C	-0.43	-0.63	-0.67	-0.30	1.79	0.42	0.03	-1.02	0.55	0.05	-0.13	16
哥洛尔 Riparia Gloire	2.50	-1.46	-0.27	-1.49	1.37	0.71	-0.86	0.11	-1.03	0.93	0.16	8
225Ru	-0.28	0.15	1.21	-1.30	0.66	-0.62	-0.53	-0.34	2.76	0.60	0.10	9
101-14	0.83	0.61	-0.66	0.50	-0.11	1.04	-0.03	0.71	1.45	-1.77	0.30	2
SO4	0.75	-0.14	-0.63	-0.56	-0.11	0.22	-0.80	1.10	-0.04	-2.34	-0.09	14
Rupestrisdulot	0.87	0.76	0.12	1.30	0.35	-1.32	-0.64	0.75	-1.62	-0.87	0.27	3
5C	-0.98	0.16	-0.10	-0.62	1.24	-0.33	1.02	1.60	-0.41	0.29	-0.01	12
110R	0.61	1.61	1.18	0.04	0.22	0.03	1.04	1.34	-0.44	1.61	0.70	1
沈530 Shen 530	-0.49	-1.01	0.10	1.22	-0.19	-1.43	-0.40	1.74	1.42	0.27	-0.13	15
尤木特 Beaumont	0.74	0.22	0.71	0.71	0.05	-0.58	-0.59	-0.93	-0.38	0.94	0.24	5
麦可达木斯 Macadams	-1.82	-1.68	-1.52	0.07	-0.79	-0.24	-0.55	0.22	-0.94	0.39	-0.92	21
1103P	-0.07	-1.66	0.18	-0.56	-0.81	-0.56	2.30	0.36	-0.50	0.20	-0.31	20
自由 Freedom	-0.24	0.40	-0.55	-0.03	-0.89	-0.47	-1.02	-1.24	-0.44	0.74	-0.26	17
5BB	-0.29	2.23	-1.63	-0.84	-0.84	0.80	0.43	-0.17	-0.31	0.61	0.03	10
道格里吉 Dogridge	-1.07	1.00	1.17	-0.28	0.38	-0.63	0.28	-0.32	-0.79	-0.99	0.03	11
抗砧1号 Kangzhen No.1	1.32	-0.83	1.21	0.64	-1.80	0.46	1.67	-1.24	0.27	-0.69	0.20	6
抗砧3号 Kangzhen No.3	0.16	0.22	-0.16	-1.16	-2.34	0.15	-1.27	0.53	0.54	0.71	-0.27	18
抗砧5号 Kangzhen No.5	-1.17	0.11	0.64	-1.55	0.44	0.23	0.44	-1.19	-0.54	-1.47	-0.30	19
华佳8号 Huajia No.8	-0.01	0.13	0.18	1.02	0.37	-1.43	-0.89	-1.57	-0.06	-0.21	-0.05	13
自根苗 Own-rooted vines	-1.24	-0.48	1.56	1.54	0.16	3.06	-1.02	0.36	-0.43	0.43	0.24	4

宜作‘新雅’的嫁接砧木。

3 讨论

3.1 不同砧木对‘新雅’生长结果习性的影响

不同砧木影响接穗的结果习性,对植株的大小脚现象、生长势、产量等均会产生影响。周军永等^[9]研究发现,‘贝达’砧嫁接‘醉金香’小脚现象最明显,‘华佳8号’和‘SO4’砧嫁接‘醉金香’小脚现象不明

显。李新文等^[10]研究发现,‘3309C’和‘5BB’砧嫁接‘赤霞珠’显著增加了新梢长度和粗度。袁园园等^[11]研究发现,‘3309C’‘101-14M’‘5BB’和‘SO4’砧嫁接‘金手指’降低了植株生长势。牛锐敏等^[12]研究发现,‘5BB’和‘3309C’砧嫁接‘赤霞珠’产量较高,‘SO4’砧嫁接树与自根树产量接近,‘110R’和‘1103P’砧嫁接树的产量低于自根树。本研究中,‘420A’砧嫁接树无小脚现象,‘225Ru’砧嫁接树的

小脚现象最明显。‘麦可达木斯’砧嫁接‘新雅’降低了新梢节间长和新梢节间粗,减弱了接穗生长势。20个砧穗组合中,‘5BB’‘110R’‘420A’‘Rupestrisdulot’‘5C’‘101-14’‘道格里吉’‘自由’‘SO4’‘225Ru’‘尤木特’‘华佳8号’‘抗砧3号’和‘抗砧1号’砧嫁接‘新雅’相比自根树均提高了株产量,其中‘5BB’砧嫁接树的株产量最高。

3.2 不同砧木对‘新雅’果穗染病的影响

砧木蕴含着丰富的抗性资源,不同砧木嫁接接穗,对植株抗病能力有影响。廖凯强等^[13]研究发现,‘贝达’砧嫁接‘浙江白刺葡萄’和‘户太8号’砧嫁接‘怀化白刺葡萄’比其他砧穗组合更抗霜霉病和黑痘病。邓建平^[14]研究发现,刺葡萄和‘华佳8号’砧嫁接‘红地球’能有效增强抗黑痘病能力。本研究中,不同砧木嫁接‘新雅’,对植株日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率、缩果病穗率和炭疽病穗率的影响存在显著性差异。‘Rupestrisdulot’砧嫁接‘新雅’对果穗染病率降低效果最佳,日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率相比自根树分别降低了50.98%、26.47%、63.24%,无缩果和炭疽病穗。

3.3 不同砧木对‘新雅’果实品质的影响

果实品质影响果实商品性能。不同砧木不仅对果实的果穗、果粒等外观品质产生影响,也对果实硬度、可溶性固形物、可滴定酸、总酚、花色苷、白藜芦醇、糖酸含量等内在品质产生影响^[15]。程建徽等^[16]研究发现,‘自由’砧嫁接‘红亚历山大’单穗质量和单粒质量最大,‘5BB’砧嫁接树最小。李新文等^[10]研究发现,‘3309C’‘5BB’和‘贝达’砧嫁接‘赤霞珠’,‘3309C’砧嫁接树的可溶性固形物和可溶性总糖含量最高。王婷等^[17]研究发现,‘3309C’和‘101-14’砧嫁接‘马瑟兰’显著提高了果实中的总酚和花色苷含量,‘101-14’砧嫁接‘马瑟兰’显著提高了果实中的单宁含量。本研究中,‘新雅’自根树的果粒质量最大,‘新雅’嫁接树和自根树的固酸比普遍较高,可溶性固形物含量基本在17.00%以上,可滴定酸含量均在0.25%以下。不同砧木对‘新雅’各果实品质指标的影响不同,‘5BB’和‘101-14’砧嫁接‘新雅’显著提高了穗质量。‘哥洛尔’砧嫁接树的总糖含量最高。‘Rupestrisdulot’砧嫁接‘新雅’总糖含量、果实含水量和果皮花色苷含量相比自根树分别显著提高了23.22%、5.98%和69.57%。‘101-14’砧嫁接‘新雅’的可溶性固形物含量最高,总糖含

量相比自根树显著提高了22.08%。

3.4 不同砧木对‘新雅’糖酸组分和含量的影响

鲜食葡萄中的糖类主要包括葡萄糖、果糖和少量的蔗糖,还含有淀粉、水苏糖、棉子糖、麦芽糖和半乳糖^[18],酸类主要包括酒石酸和苹果酸(占比90%以上),其次是柠檬酸,还有少量的草酸、琥珀酸、乳酸等。糖酸的组分和含量影响着鲜食葡萄的风味^[19]。本研究中,不同砧木嫁接‘新雅’可溶性糖主要由葡萄糖、果糖和蔗糖组成,葡萄糖和果糖的含量均较高,且果糖含量稍高于葡萄糖,蔗糖含量相对较低,这与曹玥华等^[20]测定不同砧木嫁接‘新郁’的果实糖分结果一致,而钟海霞等^[21]、沈碧薇等^[22]测定不同砧木嫁接‘克瑞森无核’和‘瑞都红玉’的可溶性糖含量发现,葡萄糖含量略高于果糖,葡萄糖和果糖含量高低差异可能与葡萄的品种有关。

葡萄果实有机酸中的酒石酸含量随着果实成熟逐渐降低,在成熟期趋于稳定,苹果酸在果实成熟初期呈上升趋势,在成熟阶段达到高峰,随后下降趋于平稳。酒石酸的酸度强于苹果酸,在口中保留时间短,具有粗糙感,苹果酸具有清爽性,回味绵长,酒石酸和柠檬酸的含量过高则有刺激感^[23]。本研究中,不同砧木嫁接‘新雅’的有机酸主要是酒石酸和苹果酸,酒石酸的含量高于苹果酸,柠檬酸含量较低。

4 结 论

在长江以南地区引入‘新雅’,由于夏季高温多雨弱光,不利于葡萄果实糖分积累和着色,且易发病。本研究首次在南方葡萄设施栽培条件下,研究了砧木对接穗灰霉病、炭疽病、裂果、缩果、日(气)灼等的影响。结果表明,‘101-14’和‘Rupestrisdulot’砧均可作‘新雅’的嫁接砧木,其中‘Rupestrisdulot’砧更为适宜,显著提高了总糖含量和果实含水量,果皮花色苷含量相比自根树提高了73.33%,改善了果皮着色,日(气)灼病穗率、裂果病穗率、灰霉病穗率相比自根树分别降低了50.98%、26.47%、63.24%,无缩果和炭疽病穗,降低了染病果穗率。

参考文献 References:

- [1] REINHARD T, LUDGER H, MARGIT H, ERIKA M, EVA Z, RUDOLFE. New horizons for grapevine breeding[J]. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 2011, 5: 79-100.
- [2] 刘更森,樊连梅,冷翔鹏,葛树伟,原永兵. 葡萄砧木的应用及其研究进展[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2018(3): 52-57.

LIU Gengsen, FAN Lianmei, LEN Xiangpeng, GE Shuwei, YUAN

- Yongbing. Application of grape rootstock and its research progress[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2018(3): 52-57.
- [3] 李超,白世践,耿新丽,陈光,赵荣华,蔡军社.不同砧木对‘赤霞珠’葡萄生长发育的影响[J].果树学报,2016,33(10):1241-1250.
LI Chao, BAI Shijian, GENG Xinli, CHEN Guang, ZHAO Ronghua, CAI Junshe. Effects of rootstocks on growth and development of ‘Cabernet Sauvignon’ grape[J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33(10): 1241-1250.
- [4] 吴江,程建徽,魏灵珠,简小楠,童洪升.省力化栽培葡萄品种新雅及其规范化栽培技术研究[J].河北林业科技,2015(4):41-44.
WU Jiang, CHENG Jianhui, WEI Lingzhu, JIAN Xiaonan, TONG Hongsheng. Study on ‘Xinya’ and its standardized cultivation techniques of labor-saving cultivated grape varieties[J]. The Journal of Hebei Forestry Science and Technology, 2015 (4): 41-44.
- [5] 刘崇怀,沈育杰,陈俊.葡萄种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006:93-96.
LIU Chonghuai, SHEN Yujie, CHEN Jun. Specification and data standard of grape germplasm resources description[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 93-96.
- [6] KOMATSU A, TAKANOKURA Y, MORIGUCHI T, OMURA M, AKIHAMA T. Differential expression of three sucrose-phosphate synthase isoforms during sucrose accumulation in *Citrus fruits (Citrus unshiu Marc.)* [J]. Plant Science, 1999, 140(2): 169-178.
- [7] SINGLETON V L, ROSSI J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1965, 16: 144-158.
- [8] PIRIE A, MULINS M G. Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and fruit tissues treated with sucrose, nitrate, and abscisic acid[J]. Plant Physiology, 1976, 58(4): 468-472.
- [9] 周军永,陆丽娟,孙其宝,孙俊,俞飞飞,刘茂.不同砧木对‘醉金香’葡萄生长及果实品质的影响[J].安徽农业大学学报,2015,42(1):130-133.
ZHOU Junyong, LU Lijuan, SUN Qibao, SUN Jun, YU Feifei, LIU Mao. Effects of different root stocks on the growth and fruit quality of ‘Zuijinxiang’ grape[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2015, 42(1): 130-133.
- [10] 李新文,陈佰鸿,毛娟,左存武,苏静,陈韬.不同砧木对‘赤霞珠’葡萄生长及果实品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2018,53(1):71-77.
LI Xinwen, CHEN Baihong, MAO Juan, ZUO Cunwu, SU Jing, CHEN Tao. Effects of rootstocks on the growth and fruit quality of ‘Cabernet Sauvignon’ grapes[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2018, 53(1): 71-77.
- [11] 袁园园,门洪文,马盼,金仲鑫,王庆杰,翟衡,姚玉新.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 Yuanyuan, MEN Hongwen, MA Pan, JIN Zhongxin, WANG Qingjie, ZHAI Heng, YAO Yuxin. Impacts of different rootstocks on growth and some physiological characters of ‘Gold Finger’ grapevine[J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2015, 24(8): 110-115.
- [12] 牛锐敏,许泽华,黄小晶,沈甜,陈卫平.砧木对‘赤霞珠’葡萄生长和果实品质的影响[J].西北林学院学报,2020,35(1):124-129.
NIU Ruimin, XU Zehua, HUANG Xiaojing, SHEN Tian, CHEN Weiping. Effects of rootstocks on the growth and fruit quality of ‘Cabernet Sauvignon’ grapes[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2020, 35(1): 124-129.
- [13] 廖凯强,吴琪,苏聪聪,石雪晖,杨国顺,钟晓红,刘昆玉,徐丰,王美军,金燕,白描.刺葡萄砧穗亲和性及相关生理指标与抗病性调查[J].中外葡萄与葡萄酒,2016(5):16-20.
LIAO Kaiqiang, WU Qi, SU Congcong, SHI Xuehui, YANG Guoshun, ZHONG Xiaohong, LIU Kunyu, XU Feng, WANG Meijun, JIN Yan, BAI Miao. Investigation of scion-rootstock affinity and related physiological indicators of disease resistance of *Vitis davidii* Foëx[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2016 (5): 16-20.
- [14] 邓建平.砧木对葡萄生长与抗病性的影响[D].长沙:湖南农业大学,2003.
DENG Jianping. Effects of rootstock and different nutrient level on the grape growth and disease resistance[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2003.
- [15] 马爱红,郭紫娟,刘长江,袁军伟,韩斌.葡萄砧木对果实品质影响的研究进展[J].中外葡萄与葡萄酒,2012(2):60-62.
MA Aihong, GUO Zijuan, LIU Changjiang, YUAN Junwei, HAN Bin. Research into the exhibition of effects of grape rootstocks on the fruit quality[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2012(2): 60-62.
- [16] 程建徽,梅军霞,郑婷,魏灵珠,吴江.不同砧木对欧亚种葡萄红亚历山大产量和品质的影响[J].核农学报,2015,29(8):1607-1616.
CHENG Jianhui, MEI Junxia, ZHENG Ting, WEI Lingzhu, WU Jiang. Influences of different rootstocks on yield and quality in *Vitis vinifera* L. Red Alexandria[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2015, 29(8): 1607-1616.
- [17] 王婷,王安妮,陈景辉,唐美玲,肖慧琳,郑秋玲,张超杰,卢建声.不同砧木对马瑟兰葡萄及葡萄酒品质的影响[J].中国酿造,2019,38(10):101-104.
WANG Ting, WANG Anni, CHEN Jinghui, TANG Meiling, XIAO Huilin, ZHENG Qiuling, ZHANG Chaojie, LU Jian-sheng. Effect of different rootstocks on Marselan grape and wine quality[J]. China Brewing, 2019, 38(10): 101-104.
- [18] KLEWER W M. Sugars and organic acids of *Vitis vinifera*[J]. Plant Physiology, 1966, 41: 923-931.
- [19] 赵新节.葡萄果实物质代谢与品质调控[J].中外葡萄与葡萄酒,2002(6):21-22.
ZHAO Xinjie. Metabolism and quality control of grape fruits[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2002(6): 21-22.
- [20] 曹玥华,魏灵珠,沈碧薇,程建徽,向江,吴江.砧木对新郁葡萄生长和果实品质的影响[J].浙江农业学报,2019,31(6):908-914.
CAO Yuehua, WEI Lingzhu, SHEN Biwei, CHENG Jianhui, XIANG Jiang, WU Jiang. Effects of rootstocks on growth and fruit quality of Xinyu grape[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2019, 31(6): 908-914.
- [21] 钟海霞,潘明启,张付春,张雯,谢辉,韩守安,艾尔买克·才卡斯木,伍新宇.不同砧木对克瑞森葡萄果实可溶性糖含量的影响[J].新疆农业科学,2018,55(9):1633-1638.
ZHONG Haixia, PAN Mingqi, ZHANG Fuchun, ZHANG Wen, XIE Hui, HAN Shou'an, Ermek·Chaikasimu, WU Xinyu. Effects of different rootstocks on soluble sugar content of Crimson grape fruit[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2018, 55(9): 1633-1638.
- [22] 沈碧薇,魏灵珠,崔鹏飞,程建徽,向江,吴江.不同砧木对‘瑞都红玉’葡萄生长结果与果实品质的影响[J].果树学报,2020,37(3):350-361.
SHEN Biwei, WEI Lingzhu, CUI Pengfei, CHENG Jianhui, XIANG Jiang, WU Jiang. Effect of different rootstocks on the growth and berry quality in ‘Ruidu Hongyu’ grapevines[J]. Journal of Fruit Science, 2020, 37(3): 350-361.
- [23] JOHNSON L A, CARROLL O E. Organic acid and sugar contents of scuppernong grapes during ripening[J]. Food Science, 1973, 38(1): 21-24.