

不同砧木对‘瑞都红玉’葡萄生长结果与果实品质的影响

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

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

摘要:【目的】研究不同砧木对‘瑞都红玉’葡萄生长结果与果实品质的影响, 筛选出果实着色较好且生长结果习性和果实品质优良的适宜砧木组合。【方法】以 11 个砧木与‘瑞都红玉’进行嫁接, ‘瑞都红玉’扦插自根树作对照, 对植株的生长结果习性、果实外观和内在品质等多项生理指标进行测定, 采用主成分分析法综合分析。【结果】由主成分分析法综合评价得到, ‘华佳 8 号’‘抗砧 1 号’‘101-14’‘抗砧 3 号’和‘Ruperstrisdulot’砧嫁接‘瑞都红玉’, 综合评价优于自根树。‘抗砧 1 号’‘101-14’和‘Ruperstrisdulot’砧嫁接‘瑞都红玉’仍存在着色不均问题; ‘抗砧 3 号’砧嫁接‘瑞都红玉’能改善果皮着色, 但综合评价劣于‘华佳 8 号’砧嫁接树, 且产量低于自根树 43.07%; ‘华佳 8 号’砧嫁接‘瑞都红玉’能改善果皮着色, 且新梢生长势较旺, 果粒大, 粒质量达 5.92±0.23 g, 可溶性固形物含量达 20.62±0.41%, 固酸比为 48.32, 总糖含量为 165.04±3.07 mg·g⁻¹, 苹果酸含量高于酒石酸含量, β 值为 0.66, 口感清爽绵长。【结论】‘华佳 8 号’砧木对‘瑞都红玉’的生长结果与果实品质均有良好的影响, 且能改善果实着色问题, 最适合作‘瑞都红玉’的嫁接砧木。

关键词: ‘瑞都红玉’葡萄; 砧木; 品质; 着色; 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)03-0350-12

Effects of different rootstocks on the growth and berry quality in ‘Ruidu Hongyu’ grapevines

SHEN Biwei^{1,2}, WEI Lingzhu², CUI Pengfei², CHENG Jianhui², XIANG Jiang², WU Jiang^{2*}

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

Abstract: 【Objective】The objective of this study was to evaluate the effects of rootstocks on the phenophase, growth, fruiting characteristics and fruit quality of ‘Ruidu Hongyu’ grapevines, so as to provide a scientific basis for selecting suitable rootstocks and improve the berry coloration in Southern China. 【Methods】‘Ruidu Hongyu’ grapevines were grafted onto 11 different rootstocks and self-rooted seedlings were used as the control. In the experiment, the steel pipe connected building greenhouses was adopted for cultivation, and grape frame shape was trained as single cross ‘bird’ frame, with a spacing of 2.5 m×1 m, north-south line in the row. The experiment was designed as a random block arrangement with single row plot, 3 plots for each treatment, 5 grapevines for each plot. The experimental materials were 3-year-old ‘Ruidu Hongyu’ grapevine graftings that were not treated with flower and fruit thinning. The experiment was undertaken in 2017—2018. The phenophase dates, percentages of bud break and fruiting branches were investigated. The thickness of main vine, stock vine and vine internode of different plants were randomly measured by a vernier caliper, vine internode length was randomly measured by a tapeline. Each treatment was repeated for 10 times. Different treatments were sampled at the same time of fruit ripening. Thirty clusters were randomly selected from different plants for measuring cluster weight, length and width. Fifty berries were randomly collected from different plants, cluster and azimuth for evaluating berry weight as well as longitudinal and transverse diameters. The hardness

收稿日期: 2019-07-30 接受日期: 2019-12-04

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); 浙江省农科院青年人才培养作者简介: 沈碧薇, 女, 在读硕士研究生, 研究方向为葡萄遗传育种。Tel: 15558672726, E-mail: shenbiwei207@126.com

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

was measured by texture analysis and soluble solids was measured by hand-held refractometer. The samples were ground into freeze-dried powder with liquid nitrogen and stored in a refrigerator at $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ for evaluating on titratable acids, anthocyanin, total phenols, soluble sugar and organic acid. Each treatment was repeated for 3 times. The experiment was carried out in the experimental base of the Scientific Research and Innovation, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences in Haining, where it belongs to north subtropical monsoon climate zone, with an annual temperature of $15.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, a rainfall of $1\ 187\text{ mm}$, sunshine hours of $2\ 002.9\text{ h}$, a frost free period of 233.5 d , and sandy soil. The soil layer at $0\text{-}20\text{ cm}$ contained $18.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ of organic matter, $0.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ of total nitrogen, $84.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of available phosphorus, $133.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of available potassium, and the pH value was 6.7. 【Results】The order for sake of better influence from high to low was: ‘Huajia No.8’ > ‘Kangzhen No.1’ > ‘101-14’ > ‘Kangzhen No.3’ > ‘Ruperstrisdulot’ > self-root seedlings > ‘110R’ > ‘Riparia Gloire’ > ‘SO4’ > ‘Salt creek’ > ‘225Ru’ > ‘420A’. Considering the skin coloring factor, the anthocyanin contents in pericarp of vines grafted onto ‘Kangzhen No.1’ ‘101-14’ and ‘Ruperstrisdulot’ were significantly less than the control (42.78%, 57.42% and 46.21%), so they showed the problem of uneven coloring. Grapevines grafted on ‘Riparia Gloire’ had the highest anthocyanin content in pericarp (157.94%), which was significantly higher than the control, but the comprehensive quality was worse than the control. Grapevines grafted onto ‘Kangzhen No.3’ could improve the anthocyanin content in pericarp (114.12%), which was significantly higher than the control, but the yield (43.07%) was lower than control and the comprehensive principal component value F was smaller than the ‘Huajia No.8’. ‘Ruidu Hongyu’ grafted onto ‘Huajia No.8’ could improve the anthocyanin content in pericarp (112.67%), which was significantly higher than the control and no significant difference existed with ‘Kangzhen No.3’. Besides, it had the best overall performance. ‘Huajia No.8’ could enhance vine growth potential, increase the berry weight up to $(5.92\pm 0.13)\text{ g}$ (25.16%), which was significantly heavier than the control, the soluble solid content was up to $(20.62\pm 0.13)\%$ that was the highest among the tested materials, the ratio of soluble solid to acid was 48.32, the total sugar content was $(165.04\pm 3.07)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ and the β value was 0.66, so that the berry was tasted fresh with long aftertaste. 【Conclusion】Different rootstocks had different effects on scion’s phenophase dates, vine growth, fruit characteristics and berry quality. The comprehensive evaluation showed that ‘Huajia No.8’ was the most suitable rootstock for ‘Ruidu Hongyu’ grapevine among the 11 stock-scion combinations. It could enhance the growth potential, fruit quality, the soluble solids, total sugar content and make berries color-setting better with excellent quality, taste and flavor.

Key words: ‘Ruidu Hongyu’ grapevine; Root stock; Fruit quality; Berry pigmentation; Principal component analysis

‘瑞都红玉’葡萄是北京市农林科学院林业果树研究所在‘瑞都香玉’(母本为‘京秀’、父本为‘香妃’)高接试验中发现的1个红色芽变,于2014年12月被北京市农作物品种审定委员会审定^[1],具有早熟、果皮红色、果肉脆甜、玫瑰香浓郁等特点。

葡萄嫁接栽培始于19世纪70年代,Gaston Bazille提出将欧洲葡萄嫁接在美洲葡萄上以抵御根瘤蚜危害。随着葡萄砧木研究的开展和嫁接栽培技术的推广,除了利用砧木的抗性,通过嫁接技

术改善葡萄生长结果与果实品质也是一直的研究重点^[2]。砧穗相互影响是一个相对复杂的过程,砧木根系会影响接穗营养元素的吸收,对接穗的生长势、结果习性和果实品质具有不同的影响,接穗品种对同一砧木的根构型,尤其是根系分布和根系数量有一定影响^[3],但砧穗互作机制目前仍不清楚。国内外研究发现,砧木对嫁接品种的物候期、产量、穗质量、粒质量、果实糖酸含量、可溶性固形物、果实硬度、着色、果实白藜芦醇等次生代谢物含量、成

熟度与贮藏期等方面均会产生不同的影响^[2,4]。北京市采育镇‘融青生态农庄’葡萄大树高接后的‘瑞都红玉’已成为园区顾客观光采摘的首选品种^[5],广西农业科学院^[6]研究认为‘5BB’砧木可以增加‘瑞都红玉’果实穗质量和穗长,降低可滴定酸含量。

在长江以南地区引入‘瑞都红玉’,由于夏季高温多雨弱光,不利于葡萄果实糖分积累和着色,还会导致病害发生严重。笔者用‘420A’‘Riparia Gloire’‘225Ru’‘101-14’‘SO4’‘Ruperstrisdulot’‘110R’‘Salt creek’‘抗砧 1 号’‘抗砧 3 号’和‘华佳 8 号’11 种砧木嫁接‘瑞都红玉’,以‘瑞都红玉’扦插自根树为对照,对嫁接树的生长结果习性及其果实品质进行研究,并采用主成分分析法进行综合评价,旨在为筛选出‘瑞都红玉’适宜砧木品种,改善‘瑞都红玉’在南方地区的着色问题提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验园概况

试验在浙江省农业科学院海宁杨渡科研创新基地进行,位于长江三角洲杭嘉湖平原南缘、钱塘江北岸,属北亚热带季风性气候区,年平均气温为 15.9 °C,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)18.1 g·kg⁻¹,全氮含量 0.9 g·kg⁻¹,速效磷含量 84.5 mg·kg⁻¹,速效钾含量 133.0 mg·kg⁻¹,pH 值为 6.7。

1.2 试验材料

供试材料为 3 a 生‘瑞都红玉’嫁接树,砧木分别为‘420A’‘Riparia Gloire’‘225Ru’‘101-14’‘SO4’‘Ruperstrisdulot’‘110R’‘Salt creek’‘抗砧 1 号’‘抗砧 3 号’‘华佳 8 号’和‘瑞都红玉’自根树(表 1)。单行小区,每处理 3 个小区,每小区 5 株,随机区组排列。采用钢管连栋大棚设施栽培,葡萄架式为单十字“飞鸟”形架,株行距为 2.5 m×1 m,南北行向。试验在 2017—2018 年间进行,自然结果。

1.3 试验方法

参照葡萄种质资源描述规范和数据标准^[7],调查不同处理的物候期和萌芽率、结果枝率、单株产量;用游标卡尺随机测量不同植株嫁接接口以下 10 cm 处主干径粗和嫁接接口以上 10 cm 处接穗径粗;用游标卡尺测量新梢第 4 节粗度,用卷尺测量新梢第 4 节长度,每处理重复 10 次;不同处理均在果实成

表 1 砧木品种名及来源

Table 1 Rootstocks and their genetic origin

砧木 Stock	来源 Genetic origin
420A	<i>Vitis berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
Riparia Gloire	<i>V. riparia</i>
225Ru	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. rupestris</i>
101-14	<i>V. riparia</i> × <i>V. rupestris</i>
SO4	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
Ruperstrisdulot	<i>V. rupestris</i>
110R	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. rupestris</i>
Salt creek	<i>V. champini</i>
抗砧 1 号 Kangzhen No.1	<i>V. riparia</i> ×(<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>)
抗砧 3 号 Kangzhen No.3	<i>V. riparia</i> ×(<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>)
华佳 8 号 Huajia No.8	<i>V. pseudoreticulata</i> × <i>V. vinifera</i>

熟期同一时间采样,每处理随机取不同植株上的果穗 30 串,用百分之一天平测量穗质量,用直尺测量果穗长、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 50 粒,用百分之一天平测量粒质量、用直尺测量果粒纵径、果粒横径;用质构分析仪测果实硬度;用手持式折光仪测可溶性固形物含量。将试样用液氮研磨成冻干粉,保存在-80 °C 冰箱中备用,用紫外分光光度计测定果皮花色苷、总酚含量,果皮花色苷含量的测定参照 Pirie^[8]的方法进行,总酚含量的测定依据 Folin—Ciocalteu^[9]比色法进行;用液相色谱仪(Waters 1525, Waters 公司,美国)测糖酸,糖酸提取参照 Komatsu^[10]的方法;用酸碱滴定法测可滴定酸含量;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,利用 Microsoft Excel 2019 软件作图,图中数据为平均值±标准差。

2 结果与分析

2.1 不同砧木对‘瑞都红玉’物候期的影响

由表 2 可以看出,结合两年物候期调查的数据,11 个砧穗组合和自根树大体在 3 月上中旬萌芽,4 月下旬初始花,5 月下旬转熟,各砧穗组合之间的物候期存在差异。‘420A’砧嫁接树最晚萌芽,比自根树晚 6 d,其余 10 个砧穗组合与自根树的萌芽期相差 1~2 d。各砧穗组合与自根树的初花期、盛花期、转熟期差异在 0~3 d。‘华佳 8 号’砧嫁接树的萌芽期、初花期和盛花期均最早,比自根树早 1

表2 不同砧木对‘瑞都红玉’物候期的影响

Table 2 Effects of different rootstocks on phenophase of ‘Ruidu Hongyu’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	萌芽期 Sporut	初花期 Initial flower	盛花期 Profuse flower	转熟期 Veraison
RH/420A	03-13—03-15	04-23—04-24	04-25—04-27	05-26—05-29
RH/Riparia Gloire	03-07—03-14	04-21—04-23	04-23—04-24	05-25—05-27
RH/225Ru	03-08—03-16	04-20—04-24	04-23—04-26	05-25—05-28
RH/101-14	03-06—03-16	04-20—04-22	04-22—04-25	05-26—05-28
RH/SO4	03-07—03-17	04-20—04-23	04-22—04-25	05-24—05-26
RH/Ruperstrisdulot	03-06—03-17	04-22—04-24	04-22—04-24	05-26—05-27
RH/110R	03-09—03-15	04-21—04-23	04-24—04-25	05-25—05-26
RH/Salt creek	03-08—03-13	04-20—04-24	04-24—04-26	05-25—05-27
RH/抗砧1号 RH/Kangzhen No.1	03-07—03-19	04-20—04-23	04-23—04-24	05-27—05-30
RH/抗砧3号 RH/Kangzhen No.3	03-06—03-17	04-20—04-23	04-24—04-26	05-28—05-30
RH/华佳8号 RH/Huajia No.8	03-06—03-17	04-20—04-24	04-22—04-24	05-26—05-28
RH自根 RH self-root seedlings	03-07—03-16	04-21—04-23	04-22—04-25	05-25—05-28

d, ‘420A’砧嫁接树的初花期、盛花期最晚,比自根树晚 2~3 d。‘SO4’砧嫁接树的转熟期最早,比自根树早 1~2 d,‘抗砧3号’最晚,比自根树晚 2~3 d。

2.2 不同砧木对‘瑞都红玉’生长结果习性的影响

2.2.1 不同砧木对‘瑞都红玉’生长的影响 主干径粗和接穗径粗的比值是衡量砧木和接穗亲和力的表现之一。由表3可知,‘抗砧1号’‘420A’‘Ruperstrisdulot’和‘Salt creek’砧嫁接树均无小脚现象,‘华佳8号’‘抗砧3号’和‘101-14’砧嫁接树小脚现象不明显,‘Riparia Gloire’‘225Ru’‘110R’和‘SO4’

砧嫁接树小脚现象明显。

新梢节间粗和新梢节间长是衡量生长量的标准之一。由表3可知,新梢节间粗和新梢节间长的变化幅度较小。‘华佳8号’砧嫁接树的新梢节间最粗,与自根树差异显著,增加了 30.19%,其余砧穗组合与自根树均差异不显著。‘抗砧1号’和‘225Ru’砧嫁接树的新梢节间最短,与自根树差异显著,分别减少了 32.35%、32.65%,其余砧穗组合与自根树差异不显著。‘华佳8号’砧嫁接树的新梢生长势相比其余砧穗组合较强。

表3 不同砧木对‘瑞都红玉’生长的影响

Table 3 Effects of different rootstocks on growth of ‘Ruidu Hongyu’ 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
RH/420A	12.63±2.85 ef	11.07±2.46 e	0.88±0.05 e	4.99±0.39 c	5.80±0.6 abcd
RH/Riparia Gloire	11.16±0.56 f	15.06±1.15 d	1.35±0.07 a	6.30±1.74 abc	6.43±1.27 abcd
RH/225Ru	19.86±2.36 cd	25.21±2.96 ab	1.27±0.11 ab	6.25±0.91 abc	4.58±1.21 d
RH/101-14	24.09±1.73 abc	24.14±1.41 b	1.00±0.10 cde	5.87±0.61 bc	5.50±0.56 bcd
RH/SO4	18.49±2.76 cde	22.00±0.94 bc	1.20±0.15 abcd	6.77±0.30 ab	7.77±1.45 a
RH/Ruperstrisdulot	22.69±2.08 bcd	19.86±1.67 c	0.88±0.03 e	5.07±0.20 c	7.27±1.35 ab
RH/110R	19.07±2.46 cd	23.50±2.96 bc	1.24±0.08 abc	6.29±0.38 abc	4.98±0.34 cd
RH/Salt creek	29.36±4.07 a	25.32±3.00 ab	0.87±0.09 e	5.85±0.43 bc	5.37±0.42 bcd
RH/抗砧1号 RH/Kangzhen No.1	27.63±6.12 ab	25.79±2.15 ab	0.97±0.23 de	5.84±0.39 bc	4.60±0.78 d
RH/抗砧3号 RH/Kangzhen No.3	16.41±3.83 def	15.99±1.44 d	1.00±0.20 cde	5.25±0.77 bc	4.97±0.85 cd
RH/华佳8号 RH/Huajia No.8	27.44±4.19 ab	28.82±0.70 a	1.07±0.17 bcde	7.59±1.64 a	6.07±1.17 abcd
RH自根 RH self-root seedlings	22.33±4.36 bcd	-	-	5.83±0.42 bc	6.80±1.93 abc

注:同列中不同的小写字母表示在 $p < 0.05$ 水平上差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences at 5% level separately. The same below.

2.2.2 不同砧木对‘瑞都红玉’结果习性的影响 不同砧木会影响接穗的萌芽率、结果枝率和产量^[1]。由表4可以看出,‘华佳8号’和‘Salt creek’砧嫁接树的萌芽率最高,为91.21%、88.89%,分别高于自根树5.24%、2.56%,差异不显著,‘110R’砧嫁接树的萌芽率显著低于自根树15.50%,其余砧穗组合的萌芽率低于自根树,差异不显著。不同砧穗组合的结果枝率与自根树相比差异不显著。‘225Ru’和‘101-14’砧嫁接树的结果枝率最高,分别高于自根树20.89%、6.5%,‘抗砧1号’砧嫁接树的结果枝率低于自根树19.91%,差异不显著。‘Ruperstrisdulot’‘Salt creek’‘华佳8号’和‘SO4’砧嫁接树的株产量

高于自根树,分别高于自根树32.70%、19.78%、2.90%、2.69%,‘420A’‘抗砧3号’‘110R’‘Riparia Gloire’‘抗砧1号’‘225Ru’和‘101-14’砧嫁接树的株产量均低于自根树,分别低于自根树55.29%、43.07%、38.77%、19.71%、16.11%、13.54%、11.62%。株产量与萌芽率(相关系数为0.2449)、结果枝率(相关系数为0.0120)均低度相关。

2.3 不同砧木对‘瑞都红玉’果实外观品质的影响

由表5可知,不同砧木对‘瑞都红玉’果实外观品质的影响差异显著。‘Ruperstrisdulot’砧嫁接树的穗质量最重,达到480.17 g,相比自根树增加了32.71%,差异显著。‘Salt creek’‘华佳8号’和‘SO4’

表4 不同砧木对‘瑞都红玉’结果习性的影响

Table 4 Effects of different rootstocks on fruit characters of ‘Ruidu Hongyu’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	萌芽率 Percentage of pullulation/%	结果枝率 Percentage of fruiting branches/%	单株产量 Yield per plant/kg
RH/420A	76.47±3.07 cd	70.00±3.67 abc	1.94
RH/Riparia Gloire	84.85±10.69 abc	70.59±11.05 abc	3.49
RH/225Ru	84.38±6.92 abc	84.62±4.77 a	3.75
RH/101-14	77.27±7.74 cd	74.55±6.08 ab	3.84
RH/SO4	86.57±4.50 abc	64.71±8.80 bc	4.46
RH/Ruperstrisdulot	80.26±6.28 bcd	67.57±4.94 bc	5.76
RH/110R	73.24±0.74 d	70.45±17.34 abc	2.66
RH/Salt creek	88.89±2.64 ab	70.00±3.56 abc	5.20
RH/抗砧1号 RH/Kangzhen No.1	84.38±3.62 abc	56.06±10.42 c	3.64
RH/抗砧3号 RH/Kangzhen No.3	84.75±1.25 abc	70.97±4.17 abc	2.47
RH/华佳8号 RH/Huajia No.8	91.21±0.40 a	69.77±1.40 abc	4.47
RH自根 RH self-root seedlings	86.67±4.88 abc	70.00±0.67 abc	4.34

表5 不同砧木对‘瑞都红玉’果实外观品质的影响

Table 5 Effects of different rootstocks on appearance quality of ‘Ruidu Hongyu’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	穗质量 Cluster mass/g	果穗长 Cluster length/ cm	果穗宽 Cluster width/ cm	粒质量 Berry mass/g	果粒纵径 Vertical diameter/ cm	果粒横径 Transverse diameter/cm	果形指数 Fruit shape index
RH/420A	161.77±3.17 e	15.70±1.82 a	8.43±1.06 b	3.65±0.20 c	2.10±0.08 d	1.70±0.07 d	1.24
RH/Riparia Gloire	290.53±162.85 cd	16.43±4.91 a	9.07±1.89 b	4.26±0.19 b	2.17±0.04 cd	1.88±0.02 bc	1.15
RH/225Ru	312.83±28.15 cd	17.17±1.52 a	11.03±1.32 ab	4.58±0.11 b	2.30±0.04 abc	1.89±0.02 bc	1.22
RH/101-14	319.80±46.57 cd	14.70±3.90 ab	11.07±1.27 ab	5.53±0.39 a	2.34±0.03 abc	2.05±0.08 a	1.14
RH/SO4	371.57±57.41 abc	16.10±1.30 a	12.33±1.40 a	4.67±0.41 b	2.18±0.05 cd	1.92±0.06 b	1.14
RH/Ruperstrisdulot	480.17±17.38 a	19.13±0.67 a	13.13±1.53 a	5.54±0.24 a	2.31±0.05 abc	2.05±0.06 a	1.13
RH/110R	221.57±54.62 de	14.90±4.22 ab	10.33±1.79 ab	4.71±0.72 b	2.32±0.11 abc	1.89±0.09 bc	1.23
RH/Salt creek	433.40±28.45 ab	19.07±1.67 a	12.13±1.02 a	4.82±0.19 b	2.39±0.27 ab	1.88±0.04 bc	1.27
RH/抗砧1号 RH/Kangzhen No.1	303.53±4.50 cd	19.13±1.07 a	10.53±1.87 ab	4.30±0.09 b	2.30±0.02 abc	1.79±0.02 c	1.28
RH/抗砧3号 RH/Kangzhen No.3	206.00±70.00 de	10.47±1.81 b	12.47±2.10 a	4.53±0.25 b	2.26±0.03 abcd	1.88±0.05 bc	1.20
RH/华佳8号 RH/Huajia No.8	372.33±41.82 abc	16.67±4.68 a	12.77±0.55 a	5.92±0.23 a	2.44±0.11 a	2.08±0.03 a	1.18
RH自根 RH self-root seedlings	361.83±22.67 bc	16.37±0.67 a	12.73±1.63 a	4.74±0.13 b	2.25±0.04 bcd	1.92±0.06 b	1.17

砧嫁接树的穗质量均高于自根树,但差异不显著。‘420A’‘抗砧3号’和‘110R’砧嫁接树的穗质量相比自根树分别降低了55.29%、43.07%、38.76%,差异显著。不同砧穗组合之间的果穗长和果穗宽变化幅度不明显,只有个别品种之间存在显著差异。

‘华佳8号’‘Ruperstrisdulot’和‘101-14’砧木提高了‘瑞都红玉’的粒质量,相比自根树分别增加了25.16%、17.12%、16.91%,差异显著,‘420A’砧木降低了‘瑞都红玉’的粒质量,相比自根树降低了22.83%,差异显著,其余砧穗组合与自根树差异不显著。不同砧穗组合之间的果粒纵径和果粒横径变化幅度较小。‘华佳8号’砧嫁接树的果粒纵横径最大,分别为2.44 cm、2.08 cm,相比自根树分别增加了8.59%、8.16%,差异显著。‘420A’砧嫁接树的果粒纵横径最小,果粒纵径为2.10 cm,相比自根树降低了6.52%,差异不显著,果粒横径为1.70 cm,相比自根树分别降低11.63%,差异显著。‘华佳8号’砧木明显增大了‘瑞都红玉’的粒质量和果粒大小,‘420A’砧木明显减小了‘瑞都红玉’的粒质量和果粒大小。不同砧木对‘瑞都红玉’的果形指数的影响不大,均在1.1~1.3,呈椭圆形。

2.4 不同砧木对‘瑞都红玉’果实内在品质的影响

嫁接对‘瑞都红玉’果实质地、糖、酸、可溶性固形物、酚类及花色苷含量的影响较大,但对各指标

的影响并不一致。由表6可知,不同砧穗组合之间果实硬度的变化幅度较小。自根树的硬度最小。‘110R’‘抗砧1号’‘101-14’和‘抗砧3号’砧嫁接树的硬度显著大于自根树,分别提高了86.72%、74.07%、63.85%、63.28%,更耐贮运,‘华佳8号’‘225Ru’‘Ruperstrisdulot’‘Riparia Gloire’‘420A’‘Salt creek’和‘SO4’砧嫁接树的硬度与自根树差异不显著,分别提高了47.23%、46.73%、41.40%、31.96%、30.47%、8.88%、2.98%。

不同砧穗组合之间总糖含量与可溶性固形物含量的变化幅度较大。‘抗砧3号’和‘华佳8号’砧木提高了‘瑞都红玉’的总糖含量,相比自根树分别增加了7.47%、6.85%,差异显著。‘225Ru’‘SO4’‘Salt creek’‘101-14’‘110R’和‘Ruperstrisdulot’砧木降低了‘瑞都红玉’的总糖含量,相比自根树分别降低了28.09%、16.70%、13.90%、11.00%、8.70%、7.15%,‘Riparia Gloire’‘抗砧1号’和‘420A’砧嫁接树总糖含量与自根树差异不显著。‘华佳8号’和‘Riparia Gloire’砧木提高了‘瑞都红玉’可溶性固形物含量,分别达到20.62%、19.43%,相比自根树提高了12.99%、6.47%,差异显著,‘抗砧3号’和‘抗砧1号’砧嫁接树相比自根树差异不显著,其余砧穗组合显著降低了可溶性固形物含量。

各砧穗组合之间可滴定酸含量变化幅度较小,

表6 不同砧木对‘瑞都红玉’果实内在品质的影响

Table 6 Effects of different rootstocks on internal quality of ‘Ruidu Hongyu’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	硬度 Hardness/N	w(总糖) Total sugar/ (mg·g ⁻¹)	w(可溶性固形物) Soluble solids/%	w(可滴定酸) Titratable acid content/%	固酸比 Ratio of soluble solid to acid	w(总酚) Total phenols/ (mg·g ⁻¹)	花色苷含量 Anthocyanin/ (ΔOD·g ⁻¹)
RH/420A	3.06±0.91 bc	148.38±2.18 cd	16.53±1.43 fg	0.40±0.04 cd	41.67	0.93±0.04 c	0.36±0.02 c
RH/Riparia Gloire	3.10±1.27 bc	160.68±3.95 ab	19.43±0.78 b	0.44±0.02 bc	44.16	1.22±0.02 a	0.83±0.01 a
RH/225Ru	3.44±0.81 abc	111.07±3.92 h	13.96±0.82 i	0.37±0.02 d	37.73	0.94±0.05 c	0.30±0.02 d
RH/101-14	3.85±0.89 ab	137.46±1.97 efg	17.11±0.68 ef	0.44±0.04 bc	38.60	0.86±0.05 c	0.14±0.01 f
RH/SO4	2.42±0.57 c	128.66±2.98 g	15.46±1.32 h	0.42±0.00 bcd	36.81	1.02±0.06 b	0.09±0.01 g
RH/Ruperstrisdulot	3.32±0.90 abc	143.41±2.64 de	17.34±0.59 ef	0.45±0.04 b	38.25	0.75±0.05 d	0.17±0.02 e
RH/110R	4.38±1.00 a	141.01±1.25 def	15.83±1.6 gh	0.42±0.00 bcd	37.69	0.91±0.03 c	0.10±0.02 fg
RH/Salt creek	2.56±0.55 c	132.99±3.07 fg	16.01±0.71 gh	0.4±0.04 cd	40.36	0.62±0.04 e	0.10±0.00 g
RH/抗砧1号 RH/Kangzhen No.1	4.09±1.38 ab	151.05±5.07 bcd	17.62±0.67 de	0.51±0.02 a	34.55	0.89±0.07 c	0.18±0.01 e
RH/抗砧3号 RH/Kangzhen No.3	3.83±0.37 ab	166.00±2.86 a	18.84±0.4 bc	0.42±0.00 bcd	44.86	0.92±0.02 c	0.69±0.01 b
RH/华佳8号 RH/Huajia No.8	3.46±0.96 abc	165.04±3.07 a	20.62±0.41 a	0.43±0.04 bc	48.32	0.62±0.06 e	0.68±0.04 b
RH自根 RH self-root seed- lings	2.35±0.89 c	154.46±3.55 bc	18.25±0.85 cd	0.42±0.00 bcd	43.45	0.64±0.02 e	0.32±0.02 d

‘抗砧 1 号’砧嫁接树的可滴定酸含量最高,为 0.51%,相比自根树提高了 21.43%,其余砧穗组合的可滴定酸含量在 0.37%~0.45%,与自根树均差异不显著。‘华佳 8 号’砧嫁接树的固酸比最大,为 48.32,说明口感最好,其次是‘抗砧 3 号’和‘Riparia Gloire’砧嫁接树,‘抗砧 1 号’砧嫁接树的固酸比最小。不同砧穗组合之间的总酚和花色苷含量差异显著。‘华佳 8 号’和‘Salt creek’砧嫁接树的总酚含量最低,为 0.62 mg·g⁻¹,与自根树差异不显著,其余砧穗组合的总酚含量显著高于自根树,‘Riparia Gloire’砧嫁接树的总酚含量最高,为 1.22 mg·g⁻¹,相比自根树提高了 88.72%。‘Riparia Gloire’砧嫁接树的花色素苷含量最高,相比自根树提高了 157.94%,差异显著,果皮着色最好,其次是‘抗砧 3 号’‘华佳 8 号’和‘420A’砧嫁接树,花色苷含量相比自根树分别提高了 114.12%、112.67%、12.46%,差异显著,果皮着色较好,‘225Ru’与自根树差异不显著,‘SO4’‘Salt creek’‘110R’‘101-14’‘Ruperstrisdulot’和‘抗砧 1 号’砧嫁接树相比自根树显著分别降低了‘瑞都红玉’果皮花色苷含量 70.82%、69.78%、67.39%、57.42%、46.21%、42.78%,差异显著,果皮着色差。

葡萄糖和果糖是葡萄果实中主要的糖分,酒石

酸和苹果酸及少量柠檬酸和微量的草酸是主要的有机酸^[12]。试验用液相色谱仪分离并计算出‘瑞都红玉’不同砧穗组合和自根树中蔗糖、葡萄糖、果糖、酒石酸、苹果酸和柠檬酸的含量(表 7)。从糖的组分来看,葡萄糖和果糖的含量较为接近,两者含量远高于蔗糖含量,葡萄糖的含量稍高于果糖。‘抗砧 3 号’‘华佳 8 号’和‘Riparia Gloire’砧嫁接树的葡萄糖、果糖和蔗糖含量均高于自根树,‘225Ru’砧嫁接树的葡萄糖、果糖和蔗糖含量最低。‘抗砧 3 号’砧嫁接树的葡萄糖、果糖和蔗糖含量相比自根树分别提高了 18.85%、5.93%、8.05%,‘华佳 8 号’砧嫁接树的葡萄糖、果糖和蔗糖含量相比自根树分别提高了 13.74%、5.86%、7.25%,‘Riparia Gloire’砧嫁接树的葡萄糖、果糖和蔗糖含量相比自根树分别提高了 7.03%、4.02%、3.66%。‘225Ru’砧嫁接树的葡萄糖、果糖和蔗糖含量相比自根树分别降低了 49.17%、25.67%、28.75%。

从酸的组分来看,整体上,酒石酸和苹果酸是葡萄果实中主要的酸,柠檬酸的含量较为少量。‘华佳 8 号’‘抗砧 3 号’和‘Ruperstrisdulot’砧嫁接树的酒石酸含量小于自根树,苹果酸和柠檬酸含量大于自根树。‘抗砧 1 号’‘101-14’和‘110R’砧嫁接树的

表 7 不同砧木对‘瑞都红玉’果实糖酸成分与含量的影响

Table 7 Effects of different rootstocks on components and contents of sugar and acid of ‘Ruidu Hongyu’ grapevine

砧穗组合 Stock-scion combination	w(葡萄糖) Glucose/ (mg·g ⁻¹)	w(果糖) Fructose/ (mg·g ⁻¹)	w(蔗糖) Sucrose/ (mg·g ⁻¹)	w(酒石酸) Tartaric/ (mg·g ⁻¹)	w(苹果酸) Malic/ (mg·g ⁻¹)	w(柠檬酸) Citric/ (mg·g ⁻¹)	β
RH/420A	68.08±1.67 b	74.35±1.93 cde	5.94±0.17 abc	1.88±0.07 bcd	1.18±0.05 e	0.28±0.01 f	1.59±0.11 a
RH/Riparia Gloire	73.64±3.10 a	80.95±3.41 ab	6.08±0.35 abc	2.11±0.36 abc	1.51±0.07 cd	0.30±0.03 f	1.40±0.25 b
RH/225Ru	52.54±3.43 f	55.64±3.61 g	2.89±0.32 e	1.82±0.03 cd	1.22±0.07 e	0.31±0.02 f	1.50±0.09 ab
RH/101-14	61.53±1.41 de	70.53±1.78 ef	5.40±0.31 cd	2.22±0.04 a	1.95±0.06 a	1.30±0.13 b	1.14±0.02 c
RH/SO4	58.48±2.27 e	65.69±2.53 f	4.49±0.41 d	2.18±0.04 a	1.41±0.04 d	0.28±0.02 f	1.54±0.02 ab
RH/Ruperstrisdulot	66.56±1.63 bc	72.33±1.8 de	4.52±1.21 d	1.85±0.04 cd	1.76±0.06 b	0.79±0.10 d	1.05±0.01 c
RH/110R	63.49±0.95 cd	71.95±1.05 de	5.57±0.16 bc	2.34±0.11 a	1.96±0.05 a	1.06±0.03 c	1.19±0.04 c
RH/Salt creek	61.32±2.45 de	67.00±2.67 f	4.67±0.24 d	1.70±0.12 d	1.43±0.04 cd	0.49±0.13 ef	1.19±0.12 c
RH/抗砧 1 号 RH/Kangzhen No.1	69.24±3.78 b	75.85±4.18 cd	5.96±0.81 abc	2.22±0.06 a	2.05±0.15 a	3.00±0.38 a	1.08±0.06 c
RH/抗砧 3 号 RH/Kangzhen No.3	74.87±2.17 a	84.38±2.56 a	6.76±0.23 a	1.81±0.28 d	1.73±0.07 b	0.64±0.04 de	1.04±0.13 c
RH/华佳 8 号 RH/Huajia No.8	74.82±2.38 a	83.75±2.69 a	6.47±0.25 ab	1.37±0.16 e	2.07±0.09 a	1.42±0.10 b	0.66±0.05 d
RH 自根 RH self-root seedlings	70.68±2.73 ab	78.09±3.10 bc	5.68±0.34 bc	2.14±0.21 ab	1.56±0.09 c	0.56±0.10 de	1.38±0.06 b

酒石酸、葡萄糖和柠檬酸含量均大于自根树。‘Riparia Gloire’‘420A’‘225Ru’和‘Salt creek’砧嫁接树的酒石酸、苹果酸和柠檬酸含量均小于自根树。

‘华佳 8 号’砧嫁接树的酒石酸含量最低,相比自根树降低了 36.19%,差异显著,‘Salt creek’‘抗砧 3 号’‘225Ru’和‘Ruperstrisdulot’砧嫁接树的酒石酸

含量相比自根树分别显著降低了 20.73%、15.56%、14.89%、13.84%，其余砧穗组合的酒石酸含量与自根树均差异不显著。‘华佳 8 号’‘抗砧 1 号’‘110R’‘101-14’‘Ruperstrisdulot’和‘抗砧 3 号’砧嫁接树的苹果酸含量相比自根树分别提高了 33.07%、32.05%、26.10%、25.57%、13.01%、11.17%，差异显著，‘420A’‘225Ru’和‘SO4’砧嫁接树的苹果酸含量相比自根树分别降低了 24.14%、21.70%、9.04%，差异显著，‘Riparia Gloire’和‘Salt creek’砧嫁接树的苹果酸含量与自根树差异不显著。‘抗砧 1 号’砧嫁接树的柠檬酸含量最高，不仅高于自身酒石酸和苹果酸的含量，而且显著高于自根树，提高了 434.58%，‘华佳 8 号’‘101-14’和‘110R’砧嫁接树的柠檬酸含量相比自根树提高了 153.39%、131.64%、89.25%，差异显著，‘420A’‘SO4’‘Riparia Gloire’和‘225Ru’砧嫁接树的柠檬酸含量较低，相比自根树分别降低了 50.23%、50.50%、46.63%、44.31%、12.71%，‘Ruperstrisdulot’‘抗砧 3 号’和‘Salt creek’砧嫁接树的柠檬酸含量与自根树差异不显著。酒石酸和苹果酸的比值定义为 β 比率，大多数葡萄品种的 β 比率在 0.25~7.23^[13-14]。‘华佳 8 号’砧嫁接树的 β 比率最小，为 0.66，显著小于其余砧穗组合，且苹果酸的含量大于酒石酸的含量，口感清爽绵长。

2.5 不同砧穗组合品质的主成分分析

由表 8 可知，采用 SPSS 对测得数据进行主成分分析后得到 7 个主成分，累计贡献率达到 94.64%，说明这 7 个主成分能够全面反映 11 个砧穗组合和自根树的生长结果与果实品质等信息。其中第 1 主成分贡献率为 23.58%，第 2 主成分贡献率为 23.31%，第 3 主成分贡献率为 16.85%，第 4 主

成分贡献率为 11.19%，第 5 主成分贡献率为 8.51%，第 6 主成分贡献率为 7.37%，第 7 主成分贡献率为 3.83%。

由表 9 可知，决定第 1 主成分大小的主要是主干径粗、接穗径粗、果粒纵径、穗质量、粒质量、果穗宽、果粒横径等生长结果和果实外观品质指标，决定第 2 主成分的主要是果糖、总糖、可溶性固形物、葡萄糖、蔗糖、可滴定酸含量、花色苷等果实内在品质指标，决定第 3 主成分的主要是固酸比、新梢节间长、萌芽率、 β 值等生长结果和果实内在品质指标，决定第 4 主成分的主要是穗砧粗度比、株产量和酒石酸含量，决定第 5 主成分的主要是结果枝率，决定第 6 主成分的主要是新梢节间粗，决定第 7 主成分的主要是果穗长。

以 7 种主成分和以每个主成分所对应的特征值占总的特征值的比值为权重，计算主成分综合模型： $F=0.235\ 8F1+0.233\ 1F2+0.168\ 5F3+0.111\ 9F4+0.085\ 1F5+0.073\ 7F6+0.038\ 3F7$ 。根据主成分综合模型计算综合主成分值 F 见表 10。结果表明，供试砧穗组合综合表现以‘华佳 8 号’砧木最好，‘420A’砧木最差，不同砧穗组合品质综合评价由高到低的顺序依次为：‘华佳 8 号’>‘抗砧 1 号’>‘101-14’>‘抗砧 3 号’>‘Ruperstrisdulot’>自根>‘110R’>‘Riparia Gloire’>‘SO4’>‘Salt creek’>‘225Ru’>‘420A’。

‘华佳 8 号’‘抗砧 1 号’‘101-14’‘抗砧 3 号’和‘Ruperstrisdulot’砧木的综合主成分值 F 排名在自根树之前，生长结果和果实品质的综合评价优于自根树。考虑果皮着色问题，‘抗砧 1 号’‘101-14’和‘Ruperstrisdulot’砧嫁接‘瑞都红玉’，果皮花色苷含量显著低于自根树 42.78%、57.42%、46.21%，仍存在果皮着色问题；‘Riparia Gloire’砧嫁接‘瑞都红玉’，果皮花色苷含量最高，能改善果皮着色，但综合主成分值 F 排名在自根树之后，综合性状劣于自根树；‘抗砧 3 号’砧嫁接‘瑞都红玉’能改善果皮着色，但综合评价劣于‘华佳 8 号’砧嫁接树，且产量低于自根树 43.07%；‘华佳 8 号’砧嫁接树的果皮花色苷含量与‘抗砧 3 号’砧嫁接树差异不显著，但显著大于自根树，提高了 112.67%，能改善果皮着色，且生长结果与果实品质的综合表现最优，故‘华佳 8 号’是‘瑞都红玉’的适宜优良砧木。

表 8 主成分的特征值、贡献值及累计贡献率

Table 8 Characteristics value, contribution ratio and accumulated variance of principal components

主成分编号 Principle component numbers	特征值 Eigrnvalue	贡献率 Contribution ratio/%	累计贡献率 Accumulative on-tribution ratio/%
F1	6.84	23.58	23.58
F2	6.76	23.31	46.89
F3	4.89	16.85	63.74
F4	3.25	11.19	74.93
F5	2.47	8.51	83.44
F6	2.14	7.37	90.81
F7	1.11	3.83	94.64

表 9 成分矩阵

Table 9 Component matrix

指标 Index	成分1 Component 1	成分2 Component 2	成分3 Component 3	成分4 Component 4	成分5 Component 5	成分6 Component 6	成分7 Component 7
萌芽率 Percentage of pullulation	0.35	0.19	0.56	-0.29	0.02	0.48	-0.09
结果枝率 Percentage of fruiting branches	-0.12	-0.50	0.42	0.20	0.58	-0.22	0.28
单株产量 Yield per plant	0.22	-0.08	0.33	0.74	0.06	-0.04	-0.50
主干径粗 Main stem thickness	0.93	0.08	-0.19	-0.16	0.10	0.17	0.03
接穗径粗 Corona thickness	0.93	-0.01	-0.03	0.10	0.12	0.32	-0.08
新梢节间粗 Shoot internode thickness	0.35	0.07	0.41	0.52	0.04	0.64	-0.05
新梢节间长 Shoot internode length	0.09	0.03	0.57	-0.04	-0.77	-0.20	-0.06
砧穗粗度比 Ratio of main stem to corona thickness	-0.25	-0.21	0.23	0.75	-0.03	0.36	0.20
穗质量 Cluster weight	0.81	-0.09	0.31	-0.23	-0.33	-0.06	0.18
果穗长 Cluster length	0.51	-0.26	-0.15	-0.43	-0.36	0.39	0.37
果穗宽 Cluster wide	0.71	0.16	0.40	-0.08	0.02	-0.30	-0.28
粒质量 Berry weight	0.80	0.25	0.31	0.24	0.10	-0.25	0.16
果粒纵径 Vertical diameter	0.84	0.19	-0.01	0.07	0.48	0.05	0.06
果粒横径 Transverse diameter	0.69	0.22	0.43	0.35	0.00	-0.32	0.22
果形指数 Fruit shape index	-0.09	-0.12	-0.57	-0.40	0.46	0.46	-0.23
硬度 Hardness	0.00	0.28	-0.64	0.45	0.42	-0.10	0.24
可溶性固形物含量 Soluble solids	-0.03	0.94	0.29	-0.05	-0.01	0.07	0.15
总酚含量 Total phenols	-0.67	-0.16	-0.13	0.47	-0.28	0.08	0.26
花色素苷含量 Anthocyanin	-0.47	0.56	0.48	0.03	0.25	0.18	0.32
可滴定酸含量 Titratable acid content	0.23	0.62	-0.54	0.04	-0.45	0.11	0.16
固酸比 Ratio of soluble solid to acid	-0.22	0.56	0.70	-0.13	0.34	0.04	0.01
总糖含量 Total sugar	-0.26	0.95	0.11	-0.11	-0.01	0.00	-0.03
蔗糖含量 Sucrose	-0.32	0.90	-0.06	0.00	0.05	0.04	-0.21
葡萄糖含量 Glucose	-0.26	0.93	0.13	-0.18	-0.02	0.03	0.03
果糖含量 Fructose	-0.24	0.96	0.12	-0.06	-0.01	-0.02	-0.06
酒石酸含量 Tartaric	0.05	0.26	-0.28	0.70	-0.39	0.23	-0.14
苹果酸含量 Malic	0.31	0.45	-0.66	0.36	-0.10	-0.28	-0.03
柠檬酸含量 Citric	0.40	0.47	-0.68	0.07	0.00	0.30	0.06
β	-0.37	-0.38	0.54	0.02	-0.13	0.49	-0.04

表 10 综合主成分

Table 10 Comprehensive principal component value

砧穗组合 Stock-scion combination	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F	排名 Ranking
RH/420A	0.16	-1.94	-0.37	-0.69	-0.81	-1.06	-0.40	-0.72	12
RH/Riparia Gloire	1.12	-1.32	-0.19	-0.13	0.80	1.39	-1.20	0.03	8
RH/225Ru	-1.59	0.06	-1.88	0.05	-0.67	0.95	-0.75	-0.69	11
RH/101-14	-0.45	0.42	-0.08	1.56	0.80	0.07	0.42	0.24	3
RH/SO4	-1.12	-0.38	1.05	-1.54	1.07	0.78	1.25	-0.15	9
RH/Ruperstrisdulot	-0.34	0.51	0.04	0.64	1.93	-1.44	-1.24	0.13	5
RH/110R	-0.59	-0.30	0.35	1.35	-0.55	0.74	1.30	0.06	7
RH/Salt creek	-0.66	1.22	-0.32	-1.01	-1.05	-1.09	-0.16	-0.21	10
RH/抗砧1号 RH/Kangzhen No.1	0.01	0.11	2.25	0.68	-1.42	0.03	-1.13	0.32	2
RH/抗砧3号 RH/Kangzhen No.3	1.40	-0.39	-0.84	0.73	-0.35	-0.97	1.47	0.14	4
RH/华佳8号 RH/Huajia No.8	1.63	1.76	-0.34	-0.54	-0.20	1.16	-0.15	0.74	1
RH/自根 RH self-root seedlings	0.45	0.24	0.33	-1.08	0.44	-0.58	0.59	0.11	6

3 讨论

3.1 不同砧木对‘瑞都红玉’生长结果的影响

不同砧木对‘瑞都红玉’的生长结果会产生一定的影响,各砧穗组合之间的物候期、萌芽率、结果枝率和株产量均有差异。本研究中,‘华佳8号’砧嫁接树的萌芽期、初花期、盛花期最早,‘SO4’砧嫁接树的转熟期最早。‘瑞都红玉’嫁接树的株产量与萌芽率、结果枝率均低度相关,‘华佳8号’砧嫁接树的萌芽率最高,‘225Ru’砧嫁接树的结果枝率最高,‘Ruperstrisdulot’的株产量最高。穗砧粗度比是衡量砧木和接穗亲和力的重要指标,砧木与接穗形成共生体后,二者之间便开始运输分配水分、营养物质及有机物^[5],若砧木和接穗生长不协调,会出现大小脚现象。研究表明,‘华佳8号’砧木根群发达,生长旺盛,对南方的气候土壤适应性良好。‘华佳8号’砧木嫁接不同品种葡萄时穗砧粗度比不一,嫁接‘沪-II’‘红宝石无核’‘沪培2号’时亲和力良好,穗砧粗度比在0.95~1.13,大小脚现象不明显^[6];嫁接‘醉金香’时穗砧粗度比为1.16,小脚现象较为明显,生长势强于‘SO4’‘贝达’砧穗组合^[7];嫁接‘藤稔’时乔化作用明显,接穗生长势强,明显促进幼树的生长和成形^[8]。本研究中,‘华佳8号’砧木嫁接‘瑞都红玉’时穗砧粗度比为1.07,大小脚现象不明显,新梢生长势较旺。

3.2 不同砧木对‘瑞都红玉’果实品质的影响

不同砧木对‘瑞都红玉’果实品质影响的差异较大,穗质量、总糖、可溶性固形物、总酚、花色素苷等指标的变化幅度较大,果穗长、果穗宽、粒质量、果粒纵径、果粒横径、硬度、可滴定酸等指标的变化幅度较小。‘华佳8号’是我国南方大粒葡萄品种的优良砧木^[8],嫁接‘藤稔’能增强树势和增大果粒,并能明显提高果实品质^[9];嫁接‘醉金香’,可溶性固形物含量明显高于‘SO4’‘贝达’砧穗组合^[7];嫁接‘巨玫瑰’增加了果实粒质量和可溶性固形物含量,提高了固酸比,改善了果皮着色^[20];嫁接‘红亚历山大’改善了果皮着色^[21]。本研究中,‘华佳8号’砧嫁接‘瑞都红玉’果皮花色苷素相比自根树显著提高112.67%,改善了果皮着色,增大了果粒大小,粒质量显著高于自根树,达到 5.92 ± 0.23 g,提高了可溶性固形物含量,达到 $20.62\%\pm 0.41\%$,显著高于其余砧穗组合和自根树,固酸比最大,为48.32,总糖含

量高,为 165.04 ± 3.07 mg·g⁻¹,苹果酸含量高于酒石酸含量, β 值为0.66,口感更清爽绵长。

3.3 不同砧木对‘瑞都红玉’糖酸含量的影响

‘瑞都红玉’嫁接树的可溶性糖主要由葡萄糖、果糖和蔗糖组成,其中葡萄糖和果糖的含量均较高,变化幅度较大,且葡萄糖的含量均稍高于果糖含量,蔗糖含量相对较低,变化幅度小,与钟海霞^[22]研究‘克瑞森无核’葡萄砧穗组合果实可溶性糖含量的结果一致。不同类型的糖甜度存在差异,蔗糖、葡萄糖、果糖的甜度分别为1、0.75、1.75,果糖含量较高的品种口味更甜,但葡萄糖含量较高的品种不会过于甜腻^[23]。‘抗砧3号’‘华佳8号’和‘Riparia Gloire’砧嫁接树的总糖含量最高,口味更甜。

在葡萄有机酸中,酒石酸的酸度比苹果酸强。苹果酸具有清爽性,给人回味绵长的舒适感,酒石酸在口中保留时间短,给人生硬粗涩的味道,过高含量的酒石酸和柠檬酸会产生尖酸和生青,给人持续的味觉刺激^[24]。不同酿酒葡萄品种的有机酸含量存在差异,‘品丽珠’‘西拉’和‘黑比诺’等品种苹果酸含量较高,‘美乐’‘雷司令’和‘赛美蓉’等品种酒石酸含量较高^[25]。不同品种之间柠檬酸含量差异较大,成冰^[26]测得‘赤霞珠’‘霞多丽’‘雷司令’和‘琼瑶浆’中柠檬酸含量分别为 1.05 g·L⁻¹、 3.13 g·L⁻¹、 0.65 g·L⁻¹、 1.11 g·L⁻¹。本研究中,‘华佳8号’砧嫁接‘瑞都红玉’的 β 比率为0.66,苹果酸含量高于酒石酸含量,口感更清爽绵长;‘抗砧1号’砧嫁接‘瑞都红玉’的柠檬酸含量显著高于其余砧穗组合,且高于酒石酸和苹果酸的含量,可能与砧木对接穗的影响有关。

4 结论

不同砧木对接穗的生长结果与果实品质产生不同的影响。本试验综合评价表明,11个砧穗组合中,‘华佳8号’最适宜作‘瑞都红玉’的嫁接砧木,能增强接穗生长势,增大果粒,提高粒质量,促进果皮着色,提高可溶性固形物和总糖含量,果实品质好,口感风味佳。

参考文献 References:

- [1] 张国军,闫爱玲,孙磊,王晓玥,王慧玲,任建成,徐海英.早熟、红色玫瑰香味葡萄新品种‘瑞都红玉’的选育[J].果树学报,2016,33(12):1592-1595.

- ZHANG Guojun, YAN Ailing, SUN Lei, WANG Xiaoyue, WANG Huiling, REN Jiancheng, XU Haiying. A new early ripening red table grape cultivar with muscat flavor 'Ruidu Hongyu' [J]. *Journal of Fruit Science*, 2016, 33(12): 1592-1595.
- [2] 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.
- [3] 袁园园, 姚玉新, 王文军, 徐佳宁, 郭守鹏, 黄翊鹏. 葡萄嫁接栽培研究现状与展望[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2012(6): 57-61.
- YUAN Yuanyuan, YAO Yuxin, WANG Wenjun, XU Jianing, GUO Shoupeng, HUANG Yipeng. Research status and prospect of grape grafting cultivation[J]. *Sino-overseas Grapevine & Wine*, 2012(6): 57-61.
- [4] 何旺, 孙军利, 赵宝龙, 章智钧, 刘连玲, 潘立忠, 常心怡. 不同砧木对'赤霞珠'葡萄果实白藜芦醇含量及其相关酶活性的影响[J]. *果树学报*, 2019, 36(6): 738-747.
- HE Wang, SUN Junli, ZHAO Baolong, ZHANG Zhijun, LIU Lianling, PAN Lizhong, CHANG Xinyi. Effects of rootstocks on the content of resveratrol and relative enzyme activities in 'Cabernet Sauvignon' grape[J]. *Journal of Fruit Science*, 2019, 36(6): 738-747.
- [5] 姚林啟, 王维霞. 葡萄新品种'瑞都红玉'高接表现及其嫁接技术[J]. *山西果树*, 2018(4): 18-19.
- YAO Linqi, WANG Weixia. Top grafting performances and techniques of new grape variety 'Ruidu Hongyu' [J]. *Shanxi Fruits*, 2018(4): 18-19.
- [6] 郭荣荣, 张瑛, 林玲, 韩佳宇, 曹雄军, 时晓芳, 周思泓. 不同砧木嫁接对瑞都红玉果实品质的影响[J]. *南方园艺*, 2019, 30(2): 20-22.
- GUO Rongrong, ZHANG Ying, LIN ling, HAN Jiayu, CAO Xiongjun, SHI Xiaofang, ZHOU Sihong. Effects of different rootstocks grafting on fruit quality of 'Ruidu Hongyu' [J]. *Southren Horticulture*, 2019, 30(2): 20-22.
- [7] 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.
- LIU Chonghuai, SHEN Yujie, CHEN Jun. Specification and data standard of grape germplasm resources description[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.
- [8] PIRIE A, MULLINS 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] SINGLETON V L, ROSSI J A, JR. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents[J]. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1965, 16(3): 144-158.
- [10] 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.
- [11] READ P E, GU S J. A century of American viticulture[J]. *Hort Science*, 2003, 38(5): 43-951.
- [12] 刘诗佳. 葡萄果实糖酸含量及硬度遗传趋势分析[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018.
- LIU Shijia. Inherited tendency analysis of sugar and acid content and hardness for grape berry[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2018.
- [13] LI X, LI S, LIN J X. Effect of GA₃ spraying on lignin and auxin contents and the correlated enzyme activities in bayberry (*Myrica rubra* Bieb.) during flower-bud induction[J]. *Plant Science*, 2003, 164(4): 549-556.
- [14] 周先艳, 朱春华, 李进学, 高俊燕, 龚琪, 沈正松, 岳建强. 果实有机酸代谢研究进展[J]. *中国南方果树*, 2015, 44(1): 120-125.
- ZHOU Xianyan, ZHU Chunhua, LI Jinxue, GAO Junyan, GONG Qi, SHEN Zhengsong, YUE Jianqiang. Research progress on fruit organic acid metabolism[J]. *South China Fruits*, 2015, 44(1): 120-125.
- [15] 蒋爱丽, 李世诚, 杨天仪, 金佩芳, 骆军. 不同砧木对'藤稔'葡萄生长与果实品质的影响[J]. *上海农业学报*, 2005, 21(3): 73-75.
- JIANG Aili, LI Shicheng, YANG Tianyi, JIN Peifang, LUO Jun. The effects of different rootstocks on the growth and berry of 'Fujiminori' grapevines[J]. *Acta Agriculturae Shanghai*, 2005, 21(3): 73-75.
- [16] 曹建华, 林位夫, 陈俊明. 砧木与接穗嫁接亲和力研究综述[J]. *热带农业科学*, 2005, 25(4): 68-73.
- CAO Jianhua, LIN Weifu, CHEN Junming. Studies of affinity between rootstock and scion[J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2005, 25(4): 68-73.
- [17] 陈湘云, 石雪晖, 韩艳婷, 杨国顺, 刘昆玉, 倪建军. 华佳 8 号砧木高接对接穗生长结果的影响初探[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2009(6): 8-10.
- CHEN Xiangyun, SHI Xuehui, HAN Yanting, YANG Guoshun, LIU Kunyu, NI Jianjun. Influence of grapevine rootstock 'Huajia No.8' on the growth of scion cultivars top-grafted[J]. *Sino-overseas Grapevine & Wine*, 2009(6): 8-10.
- [18] 李世诚, 金佩芳, 骆军, 蒋爱丽. 葡萄砧木新品种—华佳 8 号的选育[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 1999(4): 1-5.
- LI Shicheng, JIN Peifang, LUO Jun, JIANG Aili. A new variety of grape rootstock Huajia No.8[J]. *Sino-overseas Grapevine & Wine*, 1999(4): 1-5.
- [19] 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.
- [20] 程建徽, 吴江, 吴永华, 雷鸣. 砧木对巨玫瑰葡萄生长与果实性状的影响[J]. 现代农业科技, 2008(13): 19-20.
- CHENG Jianhui, WU Jiang, WU Yonghua, LEI Ming. Effects of rootstocks on growth and fruit character of the ‘Jumeigui’ grape berry[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2008 (13): 19-20.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 贺普超. 葡萄学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- HE Puchao. Enology[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1999.
- [24] 简小楠. 不同砧木对阳光玫瑰葡萄生长及果实品质的影响[D]. 金华: 浙江师范大学, 2017.
- JIAN Xiaonan. Effects of different rootstocks on the growth and fruit quality of ‘Shine-Muscat’ grape[D]. Jinhua: Zhejaing Normal University, 2017.
- [25] 成冰, 张京芳, 徐洪宇, 侯力璇, 王月晖, 张颜, 王成. 不同品种酿酒葡萄有机酸含量分析[J]. 食品科学, 2013, 34(12): 223-228.
- CHENG Bing, ZHANG Jingfang, XU Hongyu, HOU Lixuan, WANG Yuehui, ZHANG Yan, WANG Cheng. Analysis of organic acid contents in wine grape from different cultivars[J]. Food Science, 2013, 34(12): 223-228.
- [26] 陈虹颖, 樊梦原, 问亚琴, 段长青. 几个酿酒葡萄品种及品系的有机酸分析[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2012(3): 12-15.
- CHEN Hongying, FAN Mengyuan, WEN Yaqin, DUAN Changqing. Analysis of organic acids in several varieties and clones of wine grapes[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2012 (3): 12-15.