

砧木对葡萄树体生长和内源激素的影响

王晓玥, 张国军, 孙磊, 闫爱玲, 王慧玲, 任建成, 徐海英*

(北京市林业果树科学研究所, 北京市落叶果树工程技术研究中心, 农业部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 北京 100093)

摘要: 以5种砧木分别嫁接‘瑞都红玉’和‘瑞都香玉’葡萄为试验材料, 以接穗自根苗为对照, 比较不同砧穗组合的树体生长特性、品质特性和内源激素动态变化规律, 为葡萄适宜砧穗组合的筛选提供理论基础和参考依据。结果表明(1)以SO4、5BB和110R为砧木的接穗品种生长量大于以3309M和1103P为砧木的, 但是110R小脚现象严重。(2)以SO4和5BB为砧木提高了‘瑞都香玉’的果实成熟度, 5种砧木均显著提高了‘瑞都红玉’的可滴定酸含量, 降低了固酸比, 提高了‘瑞都红玉’的口感酸甜平衡性。(3)新梢生长期和转色期是促生长类激素分泌的高峰期, 以110R和SO4为砧木的组合叶片和新梢中激素含量水平较高, 以5BB为砧木的组合新梢中含量较高, 且其叶片和新梢的ZR/GA₃在新梢生长期处于高水平。‘瑞都红玉’/SO4在新梢生长期的ABA含量最低, 与其长势强相吻合。以SO4为砧木的组合ABA含量从转色期到果实成熟期不升反降, 有利于新梢的二次生长。110R、SO4和5BB组合的ZR/GA₃在新梢生长期和转色期高于3309M和1103P组合, ABA/ZR+IAA+GA₃低于3309M和1103P组合。研究结果表明, 冬葡萄和河岸葡萄的后代SO4和5BB砧木的嫁接亲和力强, 其接穗在新梢生长期和转色期促生长类激素水平相对高, 嫁接植株生长旺盛, 果实品质优良。

关键词: 葡萄; 砧穗组合; 内源激素; 树体生长

中图分类号: S 663.1

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2020) 11-2107-14

Effects of Different Rootstocks on the Growth and Endogenous Hormones for Grape Cultivars

WANG Xiaoyue, ZHANG Guojun, SUN Lei, YAN Ailing, WANG Huiling, REN Jiancheng, and XU Haiying*

(Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences/Beijing Engineering Research Center for Deciduous Fruit Trees/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China), Ministry of Agriculture, Beijing 100093, China)

Abstract: Five rootstocks: 3309M, 1103P, 110R, 5BB and SO4 were used as rootstocks and two *Vitis vinifera* cultivars ‘Ruidu Xiangyu’ and ‘Ruidu Hongyu’ as scions to evaluate the vine growth characteristics, fruit quality and dynamic regularity of endogenous hormones for different scion-rootstock combinations. The results showed that (1) SO4, 5BB and 110R enhanced vine growth, but Ruidu Hongyu/110R’s scion thickness/rootstock thickness is 1.56, showed poor graft compatibility. (2) Both SO4 and 5BB improved the fruit TSS of ‘Ruidu Xiangyu’; all the rootstocks enhanced the fruit TA of ‘Ruidu

收稿日期: 2020-09-14; **修回日期:** 2020-11-06

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目 (CARS-29-1); 北京市财政项目 (KJ CX20180701, KJ CX20200201)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: haiyingxu63@sina.com)

Hongyu', reduced the Brix/TA ratio and improved the fruit sweet-sour balance. (3) Higher levels of growth promoting hormones including ZR, IAA and GA₃ were detected during shoot rapid growth and veraison than during first blooming and fruit ripening. The combinations with 110R and SO4 showed significant high promoting hormone content in both leaf and shoot; while the combinations with 5BB showed low promoting hormone content in leaf, but high promoting hormone content in shoot, and high ZR/GA₃ ratio during shoot rapid growth. Compared with all the other combinations, 'Ruidu Hongyu'/SO4 had the lowest ABA content during shoot rapid growth, explained its vigorous growth. Combinations with 110R, SO4 and 5BB showed higher ZR/GA₃ ratio, lower ABA/ZR + IAA + GA₃ than combinations with 3309M and 1103P. ABA contents of combinations with SO4 declined during growing season, prompting the shoot growth during the second growth peak. On the contrary, ABA contents of combinations with 3309M and 5BB were at high level during the growing season, impaired the vine's growth. Above all, the offspring of *V. berlandieri* Planchon × *V. riparia* Michixi (SO4 and 5BB) showed good graft compatibility with *Vitis vinifera*, promoted scion growth, fruit quality and taste.

Keywords: grapevine; scion-rootstock combination; endogenous hormone; vine growth

果树嫁接砧木后, 接穗品种的解剖学构造趋向砧木, 形成“砧穗共生体”, 砧木的影响以及砧穗间组织结构的变化, 使得树体地上与地下部分之间营养物质、内源激素等代谢平衡发生改变, 从而影响树体的生长发育进程, 调节树体的开花结果习性(曹建华 等, 2005; 丁璇 等, 2010; 冯轶 等, 2018; 张林 等, 2019)。采用优良砧木进行嫁接栽培是葡萄产业的发展方向(Brenne, 1989; Mudge et al., 2009; 袁园园 等, 2012)和热点研究问题(Warschefsky et al., 2016)。选用适宜的砧木进行嫁接, 不但可以促进矿质养分的吸收、加速细胞分裂素的合成(Yamasaki et al., 1994), 提高葡萄的生态抗逆性(Coombe & Hale, 1973; Oki & Lieth, 2004)和生物抗逆性(Krpes, 1993; 杜远鹏 等, 2008; 付晴晴 等, 2018), 还可以调控葡萄树体长势、养分吸收及果实成熟期, 可显著影响葡萄的产量和品质(Mudge et al., 2009; Melnyk & Meyerowitz, 2015)。嫁接完全愈合后, 嫁接体的生长发育以及抗性均受内源激素调控(Aloni et al., 2010), 但是砧穗组合不同, 其内源激素的合成及运输方式也不同(Lacombe & Achard, 2016)。因此, 综合分析不同砧穗组合之间内源激素的含量和分布, 对于深化果树相关理论知识、探索嫁接体响应营养元素平衡机理和调控植物器官形态建成、解决生产中面临的砧穗不亲和问题以及有针对性地改造果树具有重要意义(Gainza et al., 2015)。

与世界上其他葡萄生产大国不同, 中国对葡萄砧木的探索不以抗线虫和抗根瘤蚜为主要研究方向, 其研究重点是抗寒性砧木, 其次是抗干旱、盐碱和病虫害等, 而且中国砧木区域化研究起步较晚, 关于砧木对接穗品种的生长、产量和品质的影响缺乏系统研究(郑平生 等, 2009)。

本研究中针对中国北方埋土区典型冲积平原的气候条件和土壤类型, 以5种砧木分别嫁接的‘瑞都红玉’和‘瑞都香玉’葡萄为试验材料, 以自根苗为对照, 比较不同砧穗组合的新梢生长特性、品质特性和内源激素动态变化规律, 探索砧穗共生体调控器官的形态建成、评价10种砧穗组合的栽培适应性, 为葡萄适宜砧穗组合的筛选提供理论基础和参考依据。

1 材料与方法

1.1 试材地概况

试验地位于北京市平谷区马昌营镇(北纬 40°13', 东经 117°12'), 属于典型冲积平原葡萄埋土防寒区, 年均气温 11.7 °C, 年降雨量 397 mm, 有效积温 2 207 d · °C⁻¹。0~60 cm 土层为砂质壤土, 田间持水量 25.4%, 土壤容重 1.37 g · cm⁻³, 有机质含量 21.07 g · kg⁻¹, pH 7.8, 全氮 0.86 g · kg⁻¹, 全磷 0.87 g · kg⁻¹, 全钾 24.1 g · kg⁻¹, 可溶性盐 1.03 g · kg⁻¹。采用简易避雨、地表覆盖园艺地布和滴灌供水管理模式, 机械埋土越冬。

1.2 试验材料及其采样

供试葡萄接穗为欧亚种 (*Vitis vinifera* L.) 鲜食品种 ‘瑞都香玉’ (果皮黄绿色, XY) 和 ‘瑞都红玉’ (果皮红紫色, HY), 砧木品种分别为河岸葡萄 (*V. riparia* Michixi) × 沙地葡萄 (*V. rupestris* Scheele) 组合选育的 ‘3309M’, 冬葡萄 (*V. berlandieri* Planchon) × 沙地葡萄 (*V. rupestris* Scheele) 组合选育的 ‘1103P’ 和 ‘110R’, 冬葡萄 (*V. berlandieri* Planchon) × 河岸葡萄 (*V. riparia* Michixi) 组合选育的 ‘5BB’ 和 ‘SO4’。以 ‘瑞都香玉’ 和 ‘瑞都红玉’ 自根苗作为对照。共计 12 个处理。2017 年 4 月定植砧木和自根苗, 6 月嫁接, 栽培架式为篱架 T 型, 树形为顺行水平龙干形 (贺普超和程国利, 1994; 张国军 等, 2016; 王晓玥 等, 2019), 南北向种植, 株行距为 2 m × 3 m。

随机区组试验, 每小区 4 株, 选取长势基本一致的 3 株树, 3 个重复。2018 年 5 月 11 日 (初花期)、6 月 6 日 (新梢生长期)、7 月 18 日 (果实转色期) 和 8 月 15 日 (果实成熟期) 分别采集新梢基部向上第 3~4 节叶片以及新梢梢尖 5~6 cm 处组织, 液氮保存, -80 °C 超低温冰箱中保存。2018 年 8 月底和 2019 年 8 月底, 每个处理于树体东、西两侧各部位随机采取 6~8 穗果实带回实验室进行品质鉴定。

1.3 测定项目与方法

2017—2019 年, 每年 11 月用游标卡尺测定砧木基部粗度、接穗品种基部粗度, 用卷尺测量接穗品种长度和新梢节间长度。称量每穗质量, 随机剪取 30 粒称质量, 计算单粒质量; 采用手持糖度计测定可溶性固形物 (TSS); 0.1 mol · L⁻¹ NaOH 滴定法测定可滴定酸。采用酶联免疫分析法 (ELISA 试剂盒, 北京北农天一生物技术有限公司) 测定样品中吲哚乙酸 (IAA)、脱落酸 (ABA)、赤霉素 (GA₃) 和玉米素核苷 (ZR) 含量。

用 Microsoft Excel 2007 软件整理、统计数据以及作图, 用 Sigmaplot 12.0 数据分析软件进行单因素方差 (ANOVA) 分析以及作图, Student-Newman-Keuls 法多重比较 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同砧穗组合葡萄树体生长情况及果实品质

2.1.1 树体生长水平的差异

2017 年各砧穗组合基部粗度增加量差异不大 (约 10 mm), 2018 年差异开始显现, 由于自根苗没有新梢摘心与接穗愈合再生长这一过程, 基部粗度增加量较高; 其中 ‘瑞都红玉’ 自根苗 3 年的粗度增加量显著大于以 3309M、5BB 和 SO4 为砧木的组合 (图 1, A)。2017 年各砧穗组合接穗

品种的基部粗度增加量均在 10 mm 上下; 2018 年除了以 110R 为砧木的组合外, 其余组合的粗度增加量均较上一年有所减小; 2019 年各组合粗度较上一年有显著增加; 以 110R 为砧木的组合接穗粗

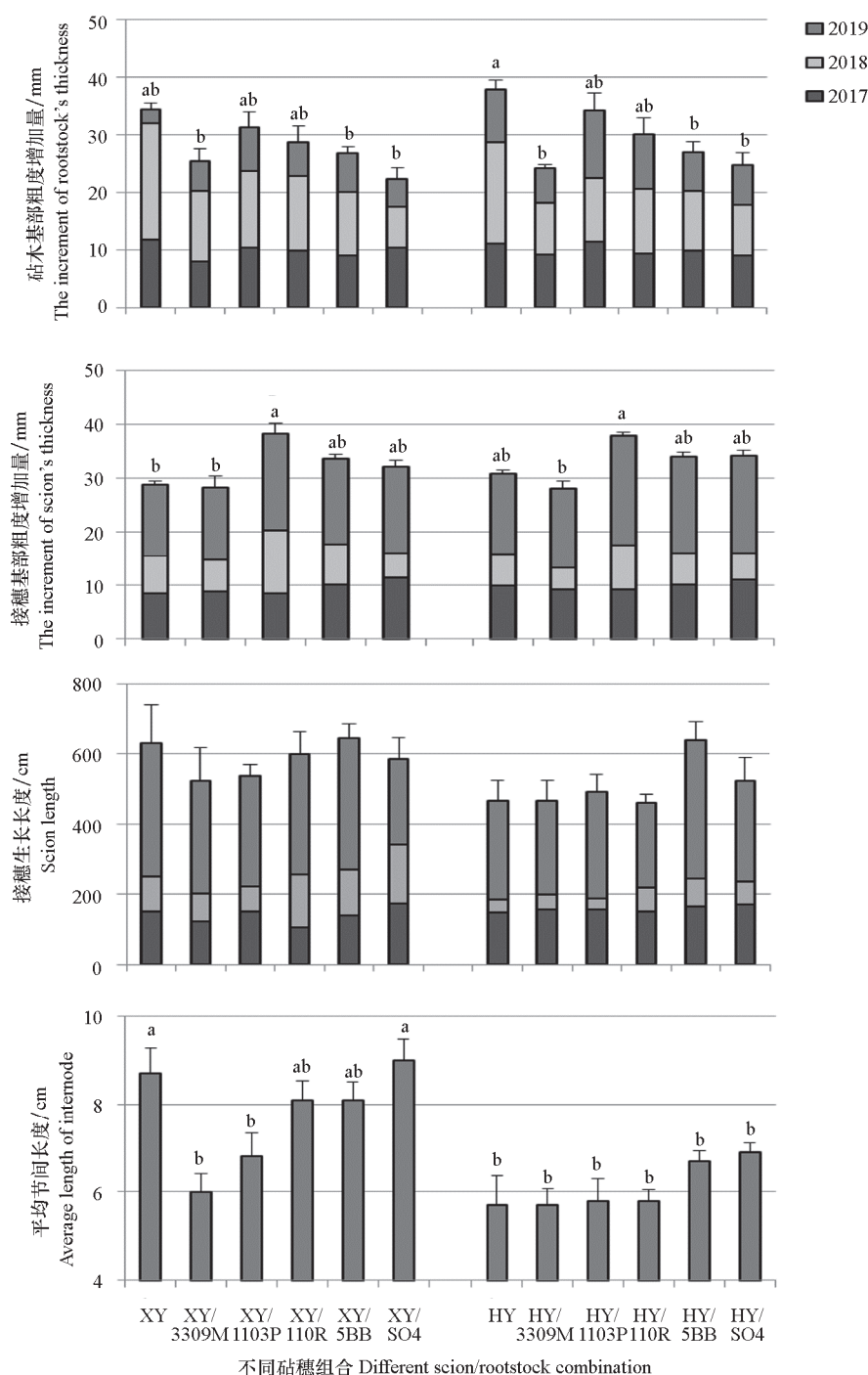


图 1 葡萄不同砧穗组合树体生长情况

XY: 瑞都香玉; HY: 瑞都红玉。P < 0.05。下同。

Fig. 1 The growth of each scion/rootstock combinations for grapevine

XY: Ruidu Xiangyu; HY: Ruidu Hongyu. P < 0.05. The same below.

度总增加量显著高于以 1103P 为砧木的 (图 1, B)。2019 年瑞都红玉/110R 和瑞都红玉/3309M 的穗砧比分别为 1.56 和 1.38, 其他组合在 0.74~1.20 之间, 瑞都红玉/110R 和瑞都红玉/3309M 出现了小脚现象, 说明砧木 110R 和 3309M 与接穗品种瑞都红玉的生长出现了不协调的现象。2018 年数据表明, 接穗品种的生长长度以瑞都香玉/SO4 最高, 其次处于同一水平的是瑞都香玉/110R、瑞都香玉/5BB 和瑞都香玉自根苗, 处于低水平的是瑞都香玉/3309M、瑞都香玉/1103P、瑞都红玉各砧穗组合和瑞都红玉自根苗。2019 年各组合的接穗品种生长长度显著高于 2017 年和 2018 年, 各组合的接穗品种 3 年总生长长度虽无显著差异, 但是瑞都香玉/110R、瑞都香玉/5BB 和瑞都香玉自根苗高于瑞都香玉/3309M 和瑞都香玉/1103P; 瑞都红玉/SO4 和瑞都红玉/5BB 的接穗品种生长长度高于瑞都红玉自根苗和其他组合, 说明 5BB 和 SO4 对瑞都红玉的生长有促进作用 (图 1, C)。

平均节间长度结果 (图 1, D) 表明, 以 110R、5BB 和 SO4 为砧木的瑞都香玉嫁接苗和瑞都香玉自根苗在同一水平, 瑞都香玉自根苗和 SO4 嫁接苗显著高于 3309M 和 1103P 组合。综上所述, 嫁接处理在一定程度上阻碍了砧穗之间矿质养分和内源激素的运输, 嫁接后第 3 年, 树体长势恢复, 接穗生长量大于前两年; 砧木 SO4、5BB 和 110R 对鲜食葡萄的生长具有促进作用, 但是砧木 110R、3309M 和瑞都红玉的嫁接亲和性不佳。

2.1.2 果实品质指标的差异

2018 年为第 1 年结果, 各组合之间的果穗质量无显著差异, 2019 年瑞都香玉/SO4 果穗质量最大, 为 501 g, 显著高于瑞都香玉/3309M、瑞都香玉/5BB、瑞都红玉/SO4 和瑞都红玉自根苗。由于树体树势不稳定, 瑞都香玉各组合于 2018 年的单粒质量差异较大, 最大的瑞都香玉/110R 为 7.1 g, 最小的瑞都香玉/3309M 为 3.9 g, 瑞都红玉各组合之间无显著差异, 单粒质量在 4.3~4.9 g 之间。2019 年瑞都香玉各组合之间单粒质量差异有所减小, 在 5.3 (瑞都香玉/SO4)~6.4 g (瑞都香玉/110R) 之间; 瑞都红玉各组合之间仍无显著差异, 在 5.0 (瑞都红玉)~5.5 g (瑞都红玉/1103P) 之间。品种特性导致瑞都红玉及其砧穗组合的可溶性固形物高于瑞都香玉及其砧穗组合; 2018 年瑞都红玉/SO4 和瑞都红玉/3309M 的可溶性固形物最高, 2019 年瑞都红玉自根苗最高, 其他组合无显著差异; 瑞都香玉/110R 和瑞都红玉/110R 的可溶性固形物连续 2 年显著低于其他组合, 表明砧木 110R 不利

表 1 葡萄不同砧穗组合果实品质指标
Table 1 Fruit characteristics of each scion/rootstock combinations

砧穗组合 Scion/ rootstock	果穗质量/g Cluster weight		单粒质量/g Single berry weight		可溶性固形物/%Brix Total soluble solids		可滴定酸/(g·L ⁻¹) Titratable acidity	固酸比 TSS/TA
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2019	2019
XY	483±45 a	366±14 ab	5.3±0.2 b	5.4±0.2 b	15.8±1.2 b	17.0±0.5 ab	5.85±0.07 a	29.1 c
XY/3309M	348±59 a	269±29 b	3.9±0.1 c	5.4±0.2 b	16.5±0.9 b	16.3±0.2 ab	5.34±0.08 a	30.5 c
XY/1103P	268±20 a	420±33 ab	5.5±0.2 b	5.9±0.2 ab	16.4±0.0 b	16.1±0.3 ab	5.65±0.14 a	28.5 c
XY/110R	415±74 a	390±51 ab	7.1±0.3 a	6.4±0.3 a	14.9±0.7 c	15.9±0.7 b	5.36±0.17 a	29.7 c
XY/5BB	332±45 a	314±38 b	5.3±0.2 b	6.0±0.2 ab	16.3±0.2 b	18.3±0.3 ab	5.58±0.07 a	32.8 c
XY/SO4	441±43 a	501±62 a	5.7±0.3 b	5.3±0.1 b	16.4±0.3 b	17.3±0.4 ab	5.77±0.13 a	30.0 c
HY	316±36 a	297±17 b	4.8±0.1 bc	5.0±0.1 b	17.4±1.2 ab	18.4±0.8 a	3.55±0.15 c	51.8 a
HY/3309M	279±59 a	332±36 ab	4.3±0.1 c	5.1±0.2 b	17.8±0.7 a	16.9±0.5 ab	4.13±0.05 b	40.9 b
HY/1103P	487±75 a	410±29 ab	4.8±0.2 bc	5.5±0.3 b	17.2±1.8 ab	17.7±0.5 ab	4.48±0.07 b	39.5 b
HY/110R	317±39 a	435±20 ab	4.4±0.1 c	5.4±0.1 b	17.1±0.6 b	16.6±0.9 ab	4.43±0.01 b	37.5 b
HY/5BB	266±22 a	431±38 ab	4.7±0.2 bc	5.4±0.2 b	17.3±1.4 ab	17.9±0.4 ab	4.27±0.06 b	41.9 b
HY/SO4	482±49 a	304±27 b	4.9±0.1 bc	5.1±0.2 b	18.0±0.5 a	17.5±0.4 ab	4.57±0.06 b	38.3 b

注: XY: 瑞都香玉; HY: 瑞都红玉。P<0.05。下同。
Note: XY: Ruidu Xiangyu; HY: Ruidu Hongyu. P<0.05. The same below.

于促进接穗果实成熟。2019 年可滴定酸结果表明瑞都香玉含量高于瑞都红玉, 此外, 瑞都香玉自根苗及其组合之间无显著差异, 瑞都红玉自根苗可滴定酸含量显著低于其他砧穗组合。瑞都红玉自根苗固酸比最高 (51.8), 其次是瑞都红玉各砧穗组合, 在 37~42 之间, 瑞都香玉及其组合之间无显著差异, 在 29~33 之间。综合而言, 以 110R 为砧木的组合可溶性固形物最低, 其它组合无显著差异; 5 个砧木品种均提高了瑞都红玉的可滴定酸含量, 对瑞都香玉无显著作用。

2.2 不同砧穗组合生长季内源激素差异

2.2.1 ZR

对不同砧穗组合的叶片和新梢中 ZR 含量进行测定。结果 (图 2) 显示自根苗叶片 ZR 在生长季内的变化趋势与嫁接苗不同: 除瑞都红玉/3309M 以外, 其余嫁接苗组合在初花期的 ZR 含量为全年最低, 新梢生长期显著升高, 进入转色期后不同组合表现不同, 到果实成熟期所有组合又稍有升高; 自根苗则表现为在新梢生长期的叶片 ZR 不高于初花期, 但是进入转色期后有大幅度升高, 达到峰值, 到果实成熟期后有所下降, 但仍显著高于新梢生长期。长势较旺的是以 110R、SO4 和 5BB 为砧木的组合, 其中 SO4 组合在新梢生长期 ZR 处于较高水平, 5BB 组合在转色期处于较低水平, 110R 与两种接穗品种的组合表现出了差异: 瑞都香玉/110R 处于中等水平, 瑞都红玉/110R 处于较高水平, 这与 2018 年和 2019 年 110R 组合接穗品种基部粗度最大相对应。长势较弱的 3309M 组合的 ZR 含量全年都处于较高水平, 1103P 处于低水平。

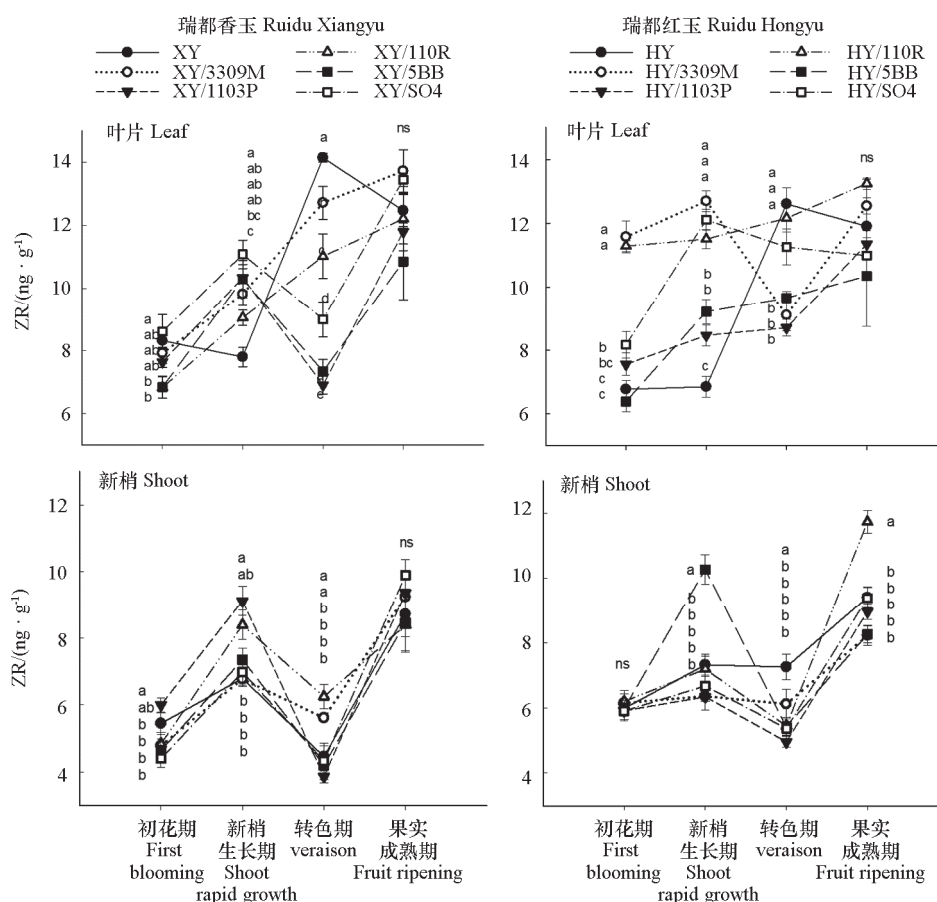


图 2 葡萄不同砧穗组合叶片和新梢中 ZR 含量变化

Fig. 2 The content of zeatin nucleoside in the leave and shoot for different scion/rootstock combinations

新梢的 ZR 含量小于叶片, 各组合在生长季内变化趋势一致: 新梢生长期和果实成熟期高于初花期和转色期。新梢生长期 XY/1103P、XY/110R 和 HY/5BB 含量高于其他组合; 转色期 XY/110R、XY/3309M 和 HY 显著高于其他组合。

2.2.2 IAA

葡萄幼树体内含有大量 IAA, 其含量远高于 ZR。叶片 IAA 结果 (图 3) 表明, 瑞都香玉自根苗在初花期含量低, 但是新梢生长期和转色期含量迅速升高, 显著高于其他组合, 到果实成熟期后降至初花期的水平; 瑞都红玉自根苗的峰值同样在转色期, 与瑞都香玉不同的是瑞都红玉在新梢生长期的含量显著低于其他组合。与 ZR 结果类似, 生长季内 SO4 组合的 IAA 含量高于其他组合: 瑞都香玉/SO4 在初花期、新梢生长期和转色期的含量显著高于其他组合; 瑞都红玉/SO4 在初花期显著低于瑞都红玉/3309M, 但在新梢生长期达到峰值, 显著高于其他组合, 到转色期后与瑞都红玉/110R 和瑞都红玉/5BB 处于同一水平, 高于瑞都红玉/1103P 和瑞都红玉/3309M。瑞都香玉/5BB 和瑞都香玉/110R 全年处于较低水平, 瑞都红玉/110R 在新梢生长期和转色期的 IAA 含量较高, 瑞都红玉/5BB 在新梢生长期含量低, 转色期含量有所提高。

新梢内 IAA 含量远低于叶片。初花期时各组合之间差异显著, 瑞都香玉/SO4、瑞都红玉/3309M、瑞都红玉/5BB、瑞都红玉和瑞都红玉/110R 处于较高水平, 瑞都香玉/5BB 和瑞都红玉/1103P 最低。新梢生长期, 瑞都香玉组合差异不显著; 瑞都红玉/SO4 和瑞都红玉/110R 含量最高, 瑞都红玉/1103P 最低。转色期, 瑞都香玉/5BB、瑞都红玉/5BB 和瑞都红玉/SO4 含量最高; 1103P 和 110R 组合最低。

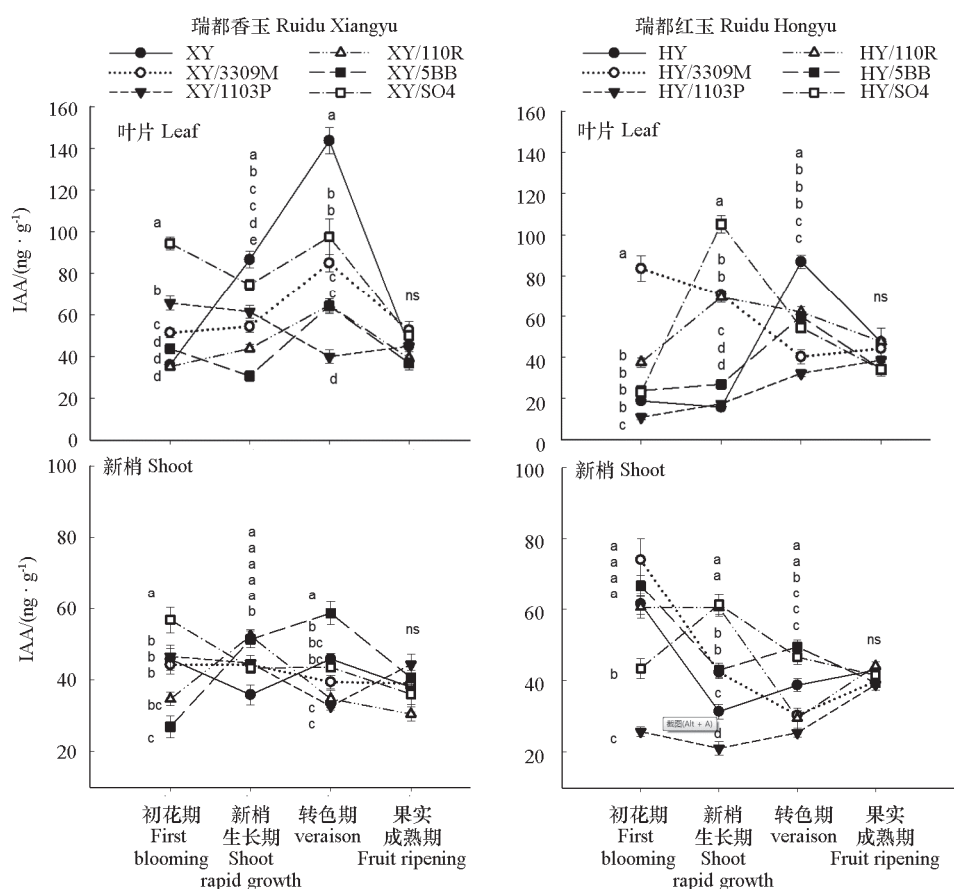


图 3 葡萄不同砧穗组合叶片和新梢中 IAA 含量变化

Fig. 3 The content of auxin in the leaf and shoot for different scion/rootstock combinations

2.2.3 GA₃

2 个接穗品种自根苗的叶片 GA₃ 含量在转色期达到顶峰, 显著高于其余砧穗组合, 在其他 3 个时期则处于低水平 (图 4)。新梢生长期, 瑞都红玉/110R 含量最高, 其次是瑞都香玉/1103P、瑞都香玉/3309M 和瑞都红玉/33090M, 含量最低的是瑞都香玉/5BB 和瑞都红玉/5BB。转色期, 瑞都香玉/3309M 和瑞都红玉/3309M 在砧穗组合中含量最高, 瑞都香玉/5BB、瑞都红玉/5BB 和瑞都红玉/1103P 含量最低, 其余组合处于中间水平。综合而言, 以 3309M 为砧木的组合叶片 GA₃ 处于较高水平, 而长势强旺的 SO4 和 5BB 组合则处于中低等水平。

新梢中的 GA₃ 含量远小于叶片。与 ZR 和 IAA 相似, 各组合之间的差异主要体现在新梢生长期和转色期。新梢生长期瑞都香玉/3309M、瑞都香玉/SO4、瑞都红玉/3309M 和瑞都红玉的含量高于其他处理, 瑞都红玉/1103P 最低。转色期瑞都香玉/SO4、瑞都香玉、瑞都香玉/110R、瑞都红玉和瑞都红玉/3309M 的含量高于其他处理。果实成熟期的 GA₃ 为全年最低, 瑞都香玉/5BB 此时期含量最高。

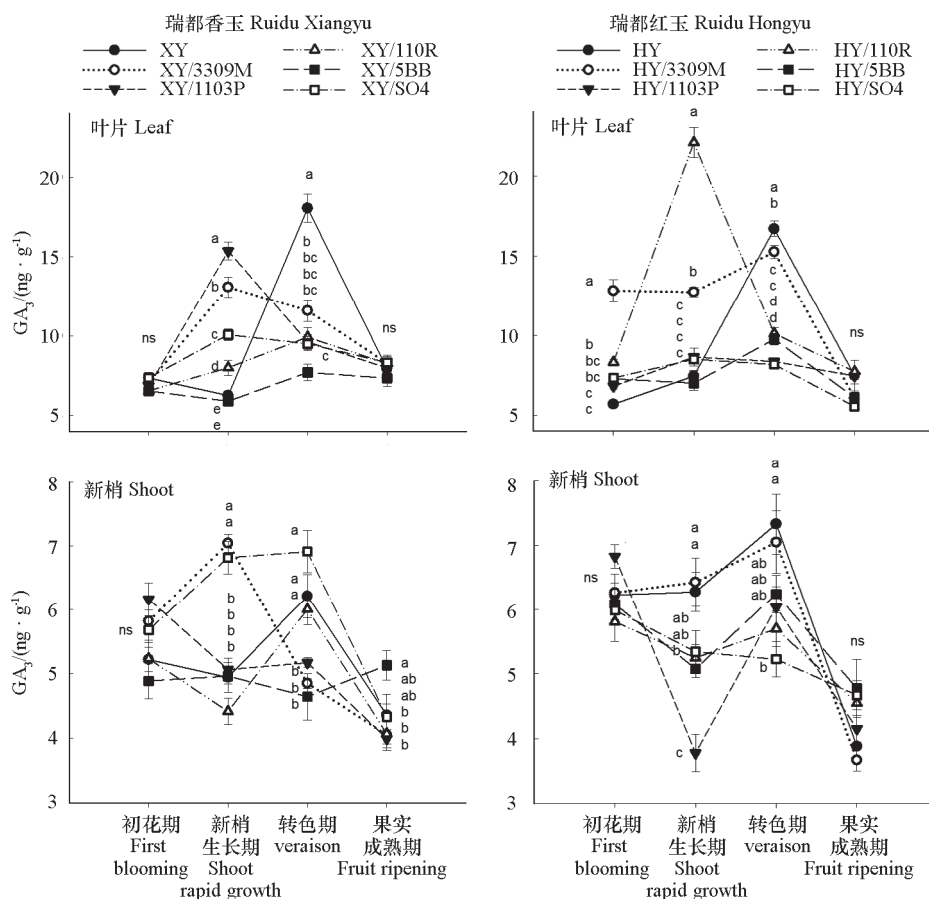


图 4 葡萄不同砧穗组合叶片和新梢中 GA₃ 含量变化

Fig. 4 The content of gibberellins in the leave and shoot for different scion/rootstock combinations

综合 ZR、IAA 和 GA₃ 这 3 种促生长类激素结果可知, 在 6 月初的新梢生长期和 7 月中旬的转色期是激素含量高峰期, 各组合在这 2 个时期的激素含量差异明显, 以 110R 和 SO4 为砧木的组合叶片和新梢激素含量值常处于较高水平, 以 5BB 为砧木的组合叶片含量低, 但是新梢含量高。瑞都

红玉/3309M 叶片的促生长类激素在初花期的含量均显著高于其他组合, 其当年的可溶性固形物也较高 (表 1), 说明 3309M 促进了瑞都红玉的发育进程, 但是其促生长类激素在新梢生长期和转色期有所下降, 导致瑞都红玉/3309M 的长势不强于其他组合。

2.2.4 ABA

从初花期到新梢生长期, 叶片中抑制类激素 ABA 的含量减小; 从新梢生长期到转色期, 再到果实成熟期, 除瑞都红玉/5BB 之外, 所有组合的 ABA 含量一直增加 (图 5)。瑞都香玉各组合差异不大; 瑞都红玉各组合之间差异则非常显著, 瑞都红玉/5BB 的变化趋势与其他组合不同, 其在新梢生长期的 ABA 含量非常高, 到果实转色期后含量却显著下降。此外, 瑞都红玉组合在新梢生长期的 ABA 含量低于瑞都香玉组合, 其中以瑞都红玉/SO4 含量最低, 与其长势强旺相吻合。

新梢的变化趋势与叶片不同, 大多数组合从初花期到新梢生长期 ABA 升高, 到转色期下降, 进入果实成熟期后又升高。以 3309M 和 5BB 为砧木的组合 ABA 全年多处于较高水平, 对其长势有一定抑制作用。表现突出的是瑞都香玉/SO4、瑞都红玉/SO4 和瑞都红玉自根苗, 这 3 个处理从转色期到果实成熟期的 ABA 不升反降, 有利于新梢在第 2 次生长高峰期的生长。

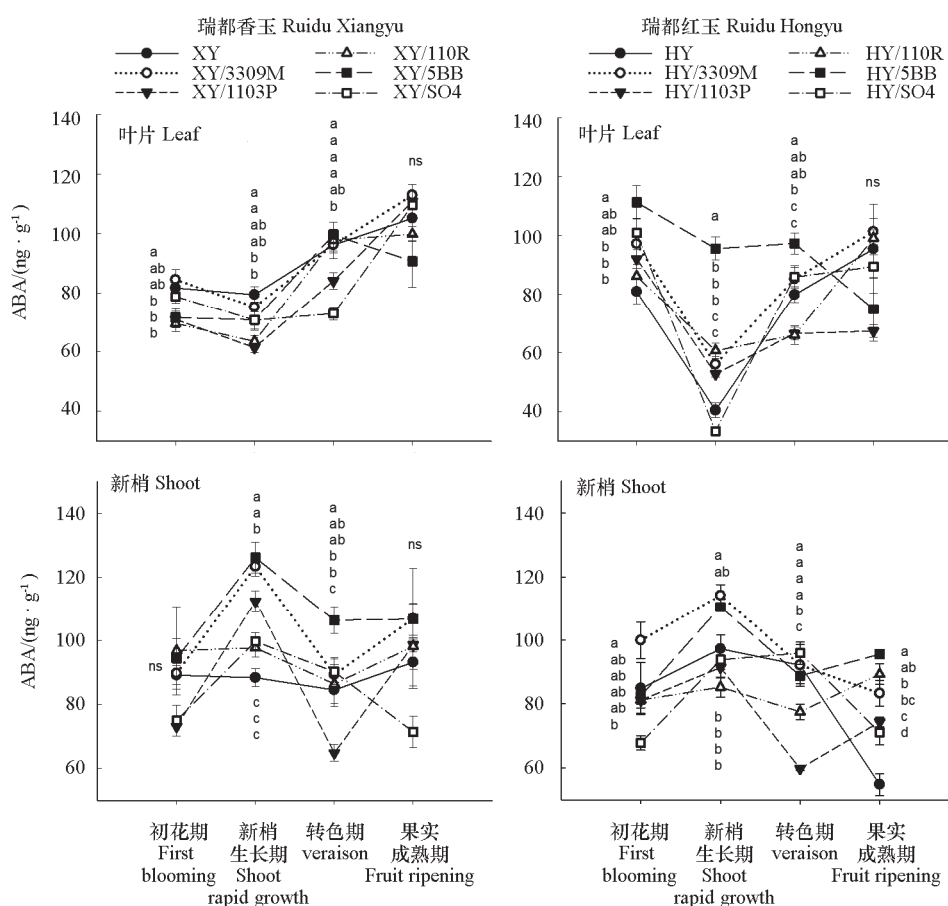


图 5 葡萄不同砧穗组合叶片和新梢中 ABA 含量变化

Fig. 5 The content of abscisic acid in the leaf and shoot for different scion/rootstock combinations

2.2.5 内源激素比值

为进一步研究各激素之间的关系,对树体叶片和新梢激素比值进行计算,结果(表2)显示,叶片和新梢 IAA/ZR 比值高的为瑞都香玉自根苗和以 SO4 和 5BB 为砧木的组合。其中瑞都香玉/SO4 在初花期和转色期的 IAA/ZR 高于其他组合,瑞都红玉/SO4 表现为新梢生长期比值高,5BB 组合是在转色期比值高。砧木 5BB 组合的 ZR 和 GA₃ 在生长关键时期的含量均不高,但树体生长情况指标却表明其对接穗品种的生长长度和平均节间长度有一定促进作用(图1),由表3可知其叶片和新梢的 ZR/GA₃ 在新梢生长期均处于高水平。对接穗品种生长有促进作用的 110R 和 SO4 的 ZR/GA₃ 在生长关键时期高于 3309M 和 1103P。与 ZR/GA₃ 结果相似,对树体长势有促进作用的砧木组合(瑞都香玉/SO4、瑞都红玉/SO4 和瑞都红玉/110R)的 ABA/ZR + IAA + GA₃ 低于对树体长势促进作用不显著的组合(表4)。

表2 生长季内葡萄不同砧穗组合叶片和新梢激素 IAA/ZR

Table 2 Endogenous hormone content IAA/ZR in the leaf and shoot for different scion/rootstock combinations

砧穗组合 Scion/ rootstock	叶片 Leaf				新梢 Shoot			
	初花期 First blooming	新梢生长期 Shoot rapid development	转色期 Veraison	果实成熟期 Fruit ripening	初花期 First blooming	新梢生长期 Shoot rapid development	转色期 Veraison	果实成熟期 Fruit ripening
XY	4.31 ± 0.03 d	11.11 ± 0.62 a	10.15 ± 0.43 a	3.60 ± 0.13 a	8.39 ± 0.12 bc	5.31 ± 0.58 c	10.42 ± 1.16 b	4.46 ± 1.03 a
XY/3309M	6.47 ± 0.27 c	5.52 ± 0.10 d	6.68 ± 0.06 b	3.82 ± 0.13 a	9.23 ± 0.36 b	6.55 ± 0.36 bc	7.01 ± 0.23 c	4.28 ± 0.47 a
XY/1103P	8.58 ± 0.24 b	5.93 ± 0.28 d	5.77 ± 0.64 b	3.80 ± 0.62 a	7.74 ± 0.26 bc	4.91 ± 0.24 c	8.50 ± 0.73 bc	4.76 ± 0.37 a
XY/110R	5.14 ± 0.49 c	4.83 ± 0.20 d	5.85 ± 0.08 b	3.20 ± 0.32 a	7.28 ± 0.94 bc	6.25 ± 0.24 bc	5.54 ± 0.09 c	3.66 ± 0.22 a
XY/5BB	6.37 ± 0.63 c	2.97 ± 0.20 de	8.73 ± 0.96 a	3.39 ± 0.33 a	5.82 ± 0.67 cd	6.99 ± 0.13 b	13.97 ± 0.73 a	4.95 ± 0.75 a
XY/SO4	10.98 ± 0.85 a	6.73 ± 0.13 c	10.82 ± 0.15 a	3.71 ± 0.24 a	13.05 ± 1.39 a	6.23 ± 0.40 bc	10.22 ± 1.34 b	3.63 ± 0.12 a
HY	2.79 ± 0.15 ef	2.31 ± 0.14 e	6.89 ± 0.34 b	3.99 ± 0.08 a	10.32 ± 0.61 b	4.29 ± 0.23 cd	5.40 ± 0.54 c	4.58 ± 0.25 a
HY/3309M	7.22 ± 0.24 c	5.56 ± 0.08 d	4.42 ± 0.50 cd	3.53 ± 0.10 a	12.06 ± 0.63 ab	6.69 ± 0.43 bc	5.01 ± 0.47 c	4.87 ± 0.28 a
HY/1103P	1.46 ± 0.10 f	2.07 ± 0.18 e	3.71 ± 0.11 d	3.41 ± 0.19 a	4.38 ± 0.34 d	3.32 ± 0.09 d	5.15 ± 0.36 c	4.34 ± 0.09 a
HY/110R	3.33 ± 0.26 e	6.03 ± 0.06 d	5.10 ± 0.16 c	3.59 ± 0.07 a	9.78 ± 0.14 b	8.43 ± 0.14 a	5.49 ± 0.74 c	3.76 ± 0.10 a
HY/5BB	3.74 ± 0.19 e	2.93 ± 0.12 de	6.20 ± 0.35 b	3.31 ± 0.28 a	11.24 ± 0.81 ab	4.20 ± 0.22 cd	9.14 ± 0.24 bc	4.78 ± 0.20 a
HY/SO4	2.84 ± 0.05 ef	8.69 ± 0.52 b	4.83 ± 0.20 cd	3.11 ± 0.28 a	7.42 ± 0.72 bc	9.24 ± 0.54 a	8.70 ± 0.29 bc	4.44 ± 0.27 a

表3 生长季内葡萄不同砧穗组合叶片和新梢激素 ZR/GA₃

Table 3 Endogenous hormone content ZR/GA₃ in the leaf and shoot for different scion/rootstock combinations

砧穗组合 Scion/ rootstock	叶片 Leaf				新梢 Shoot			
	初花期 First blooming	新梢生长期 Shoot rapid development	转色期 Veraison	果实成熟期 Fruit ripening	初花期 First blooming	新梢生长期 Shoot rapid development	转色期 Veraison	果实成熟期 Fruit ripening
XY	1.13 ± 0.04 ab	1.25 ± 0.02 bc	0.78 ± 0.04 d	1.58 ± 0.12 a	1.04 ± 0.05 a	1.38 ± 0.11 bc	0.73 ± 0.09 b	2.03 ± 0.26 ab
XY/3309M	1.12 ± 0.03 ab	0.75 ± 0.03 e	1.10 ± 0.03 bc	1.66 ± 0.04 a	0.82 ± 0.03 b	0.96 ± 0.04 c	1.16 ± 0.03 a	2.28 ± 0.10 ab
XY/1103P	1.12 ± 0.08 ab	0.67 ± 0.05 e	0.72 ± 0.01 de	1.50 ± 0.10 a	0.98 ± 0.03 ab	1.80 ± 0.10 ab	0.75 ± 0.05 b	2.34 ± 0.11 ab
XY/110R	1.04 ± 0.08 b	1.13 ± 0.04 c	1.11 ± 0.02 bc	1.48 ± 0.03 a	0.93 ± 0.05 ab	1.91 ± 0.15 a	1.04 ± 0.03 ab	2.06 ± 0.12 ab
XY/5BB	1.05 ± 0.10 b	1.75 ± 0.08 a	0.95 ± 0.02 c	1.49 ± 0.07 a	0.95 ± 0.06 ab	1.48 ± 0.09 b	0.91 ± 0.07 ab	1.67 ± 0.26 b
XY/SO4	1.17 ± 0.05 ab	1.10 ± 0.06 cd	0.95 ± 0.02 c	1.62 ± 0.11 a	0.77 ± 0.02 b	1.03 ± 0.09 c	0.63 ± 0.11 b	2.28 ± 0.03 ab
HY	1.19 ± 0.08 ab	0.92 ± 0.06 d	0.76 ± 0.03 d	1.59 ± 0.02 a	0.96 ± 0.02 ab	1.18 ± 0.10 bc	1.00 ± 0.10 ab	2.44 ± 0.13 ab
HY/3309M	0.90 ± 0.01 b	1.00 ± 0.00 cd	0.60 ± 0.05 e	2.07 ± 0.13 a	0.98 ± 0.06 ab	0.99 ± 0.04 c	0.89 ± 0.13 ab	2.25 ± 0.11 ab
HY/1103P	1.11 ± 0.04 ab	0.98 ± 0.08 cd	1.04 ± 0.04 bc	1.52 ± 0.02 a	0.87 ± 0.04 ab	1.68 ± 0.04 ab	0.83 ± 0.07 ab	2.16 ± 0.05 ab
HY/110R	1.36 ± 0.03 a	0.52 ± 0.01 f	1.20 ± 0.04 b	1.72 ± 0.02 a	1.07 ± 0.04 a	1.37 ± 0.09 bc	0.96 ± 0.05 ab	2.58 ± 0.06 a
HY/5BB	0.88 ± 0.06 b	1.32 ± 0.07 b	0.99 ± 0.06 c	1.70 ± 0.09 a	0.99 ± 0.07 ab	2.03 ± 0.14 a	0.87 ± 0.07 ab	1.75 ± 0.13 b
HY/SO4	1.12 ± 0.08 ab	1.43 ± 0.03 b	1.38 ± 0.08 a	1.98 ± 0.20 a	0.99 ± 0.07 ab	1.26 ± 0.13 bc	1.03 ± 0.02 ab	2.02 ± 0.14 ab

表 4 生长季内葡萄不同砧穗组合叶片和新梢激素 ABA/ZR + IAA + GA₃
Table 4 Endogenous hormone content ABA/ZR + IAA + GA₃ in the leaf and shoot for different scion/rootstock combinations

砧穗组合 Scion/ rootstock	叶片 Leaf				新梢 Shoot			
	初花期 First blooming	新梢生长期 Shoot rapid development	转色期 Veraison	果实成熟期 Fruit ripening	初花期 First blooming	新梢生长期 Shoot rapid development	转色期 Veraison	果实成熟期 Fruit ripening
XY	1.58 ± 0.01 b	0.79 ± 0.05 d	0.55 ± 0.03 d	1.61 ± 0.10 a	1.58 ± 0.04 a	1.87 ± 0.12 b	1.49 ± 0.05 bc	1.86 ± 0.14 a
XY/3309M	1.28 ± 0.08 b	0.98 ± 0.05 c	0.88 ± 0.02 c	1.53 ± 0.10 a	1.65 ± 0.16 a	2.13 ± 0.06 b	1.79 ± 0.09 bc	2.05 ± 0.33 a
XY/1103P	0.89 ± 0.01 c	0.71 ± 0.04 d	1.51 ± 0.14 a	1.72 ± 0.06 a	1.26 ± 0.12 a	1.92 ± 0.04 b	1.56 ± 0.03 bc	1.72 ± 0.08 a
XY/110R	1.44 ± 0.06 b	1.05 ± 0.05 c	1.15 ± 0.04 b	1.71 ± 0.15 a	2.17 ± 0.31 a	1.50 ± 0.03 c	1.84 ± 0.02 b	2.28 ± 0.27 a
XY/5BB	1.26 ± 0.10 b	1.51 ± 0.05 b	1.26 ± 0.07 ab	1.66 ± 0.21 a	2.64 ± 0.34 a	2.00 ± 0.16 b	1.58 ± 0.03 bc	1.97 ± 0.08 a
XY/SO4	0.71 ± 0.01 c	0.74 ± 0.02 d	0.63 ± 0.03 cd	1.53 ± 0.04 a	1.13 ± 0.11 a	1.75 ± 0.08 bc	1.65 ± 0.07 bc	1.44 ± 0.18 a
HY	2.59 ± 0.15 ab	1.35 ± 0.13 b	0.69 ± 0.00 cd	1.42 ± 0.10 a	1.14 ± 0.06 a	2.18 ± 0.17 b	1.72 ± 0.07 bc	0.97 ± 0.03 b
HY/3309M	0.91 ± 0.06 c	0.58 ± 0.04 d	1.33 ± 0.13 ab	1.61 ± 0.08 a	1.18 ± 0.16 a	2.07 ± 0.01 b	2.12 ± 0.07 a	1.61 ± 0.09 a
HY/1103P	3.67 ± 0.28 a	1.53 ± 0.06 b	1.35 ± 0.07 ab	1.17 ± 0.04 a	2.11 ± 0.02 a	2.95 ± 0.15 a	1.65 ± 0.08 bc	1.43 ± 0.07 a
HY/110R	1.51 ± 0.08 b	0.59 ± 0.02 d	0.78 ± 0.02 cd	1.45 ± 0.02 a	1.13 ± 0.11 a	1.17 ± 0.04 c	1.92 ± 0.13 ab	1.48 ± 0.08 a
HY/5BB	2.97 ± 0.16 a	2.22 ± 0.07 a	1.23 ± 0.07 ab	1.46 ± 0.06 a	1.05 ± 0.03 a	1.90 ± 0.08 b	1.45 ± 0.02 c	1.83 ± 0.10 a
HY/SO4	2.62 ± 0.18 ab	0.26 ± 0.00 e	1.17 ± 0.05 b	1.76 ± 0.03 a	1.23 ± 0.10 a	1.28 ± 0.06 c	1.69 ± 0.12 bc	1.29 ± 0.11 a

3 讨论

3.1 不同砧木对接穗品种树体生长和果实品质指标的影响

本研究中以冬葡萄 × 河岸葡萄组合选育的 SO4 和 5BB，以及冬葡萄 × 沙地葡萄组合选育的 110R，有促进接穗品种生长的作用，而冬葡萄 × 沙地葡萄组合选育的 1103P 和河岸葡萄 × 沙地葡萄组合选育的 3309M 从接穗品种粗度、接穗品种生长长度和新梢节间长度这几个方面看没有表现出促进接穗品种生长的作用。就嫁接亲和性而言，本研究中采用的 5 个砧木品种和瑞都香玉的生长较为协调，未出现小脚现象，而 110R、3309M 与瑞都红玉的组合出现了小脚现象，以 110R 最为严重，穗砧比达到了 1.56，说明嫁接亲和性不好，影响了二者之间运输分配水分、营养物质和有机物的效率。因此在生产中,选择欧亚种葡萄嫁接冬葡萄 × 沙地葡萄的砧木时要注意嫁接不亲和现象的发生。

Reynolds 和 Wardle (2001) 发现 5BB、SO4、5C 和 3309C 可以提高葡萄可溶性固形物含量，但对可滴定酸含量无影响；李敏敏等 (2016) 发现冬葡萄 × 河岸葡萄的砧木 5BB、SO4、5C、188-08 可显著提高果实可溶性固形物含量，河岸葡萄 × 沙地葡萄的砧木 3309C 和 101-14M 可促进早熟，显著降低可滴定酸含量；也有研究认为砧木对葡萄的品质影响不大 (Nuzzo & Matthews, 2006; Satisha et al., 2010)。本研究中 XY/5BB 和 XY/SO4 的可溶性固形物含量连续 2 年高于瑞都香玉自根苗，表明这两种砧木提高了瑞都香玉的果实成熟度，但没有提高瑞都红玉的果实成熟度，其他砧木对于提高接穗品种的果实成熟度也无显著作用。本研究中还发现砧木显著提高了瑞都红玉的可滴定酸含量，继而降低了固酸比，瑞都红玉自根苗果实固酸比为 51.8，其 5 个砧穗组合在 37 ~ 42 之间，而研究表明，当鲜食葡萄的固酸比处于 20 ~ 40 时，消费者的喜爱度与之成正比，超过 40 后成反比，且当两种样品的固酸比相差不小于 5 时，消费者可以感受到差异 (Crisosto & Crisosto, 2002; Jayasena & Cameron, 2008)，由此可知，瑞都红玉品种本身可溶性固形物含量含量高，口感偏甜，而嫁接砧木显著提高了瑞都红玉葡萄的口感酸甜平衡性。本研究结果并不完全与前人一致，可能是嫁接品种基因型差异导致，也可能受不同试验地区气候土壤条件、栽培模式等因素影响 (Ozden et al., 2010; 李敏敏 等, 2016)。

3.2 不同砧木对接穗品种树体生长季内源激素的影响

一般认为,在萌芽后的生长初期,葡萄叶片逐渐展叶,新梢生长较慢,随着气温的升高,叶面积迅速增大,新梢伸长生长逐渐加快,到初花期前后,由于器官之间出现对营养物质的竞争,新梢的快速生长开始有所减慢,到7—9月新梢还有1个生长高峰,之后缓慢生长或停止生长(马海燕,2007)。本研究中测定了各砧穗组合的ZR、IAA、GA₃和ABA在初花期、新梢生长期、果实转色期和果实成熟期的动态含量变化,发现在6月初的新梢生长期和7月中旬的果实转色期叶片和新梢促生长类激素含量较初花期和果实成熟期高,其中以110R和SO4为砧木的组合叶片和新梢激素含量常处于较高水平,以5BB为砧木的组合叶片含量低,但是新梢含量高。由于瑞都红玉为早熟品种,瑞都香玉为中熟品种,因此瑞都红玉的促生长类激素含量的峰值多出现在新梢生长期,瑞都香玉的峰值在转色期,而且瑞都红玉组合在新梢生长期的ABA含量低于瑞都香玉组合,与品种特性吻合。以SO4为砧木的组合还有1个特点:新梢ABA含量从转色期到果实成熟期不升反降,有利于新梢在第2次生长高峰期的生长。

在植物生长、发育的各个过程中,任何一种生理效应都不是单一激素的作用,而是各种激素相互作用的结果(Brenner,1989)。本研究中砧木5BB组合的ZR和GA₃在关键时期的含量均不高,但树体生长情况指标却表明其对接穗品种的生长长度和平均节间长度有一定促进作用,其原因就是叶片和新梢的ZR/GA₃在新梢生长期均处于高水平。在关键时期SO4组合的IAA/ZR和ZR/GA₃高,ABA/ZR + IAA + GA₃低,与其对接穗品种生长的促进作用相符合。与董翠翠(2017)的研究结果一致,促生长类激素与ABA的比值均与生长势呈显著正相关,进一步表明了激素之间的平衡关系较单一内源激素绝对含量对植物营养生长的影响更为重要。

李敏敏等(2016)发现河岸葡萄 × 沙地葡萄杂交组合的品种3309M有促进早熟的作用,本研究结果证实了这一点。瑞都红玉/3309M叶片的促生长类激素在初花期的含量显著高于其他组合,其当年的可溶性固形物处于最高水平,可滴定酸含量低于其他砧穗组合,说明3309M促进了瑞都红玉的果实发育进程,但是其促生长类激素水平从新梢生长期开始有所下降,导致瑞都红玉/3309M的长势并不强于其他组合,若在其新梢生长期施加外源促生长类激素,调控其长势,把握好浓度剂量,或可达到促早、丰产的目的。

4 结论

砧木与接穗品种间的相互作用使砧穗间的组织结构发生变异,树体激素运输过程的平衡被改变。在中国北方埋土区典型冲积平原,冬葡萄和河岸葡萄的杂交后代品种SO4和5BB与欧亚种葡萄的嫁接亲和力强,嫁接植株生长旺盛,果实品质优良。

References

- Aloni B, Cohen R, Karni L, Aktas H, Edelstein M. 2010. Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127 (2): 119 - 126.
- Brenner M L. 1989. Hormonal control of assimilate partitioning: regulation in the sink. *Acta Hort*, 239: 141 - 146.
- Cao Jian-hua, Lin Wei-fu, Chen Jun-ming. 2005. Studies of affinity between rootstock and scion. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 25 (4): 64 - 69. (in Chinese)
- 曹建华, 林位夫, 陈俊明. 2005. 砧木与接穗嫁接亲和力研究综述. *热带农业科学*, 25 (4): 64 - 69.
- Coombe B G, Hale C R. 1973. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiology*, 51:

629 - 634.

Crisosto C H, Crisosto G M. 2002. Understanding American and Chinese consumer acceptance of 'Red Globe' table grapes. *Postharvest Biological Technology*, 24 (2): 155 - 162.

Ding Xuan, Yuan Kun, Cao Jian-hua, Xu Zhi-juan, He Zhe, Lin Wei-fu. 2010. Research progress on interaction between rootstock and scion. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 30 (5): 68 - 71. (in Chinese)

丁 璇, 袁 坤, 曹建华, 徐智娟, 何 哲, 林位夫. 2010. 嫁接树砧穗互作研究进展. *热带农业科学*, 30 (5): 68 - 71.

Dong Cui-cui. 2017. Study on related parameters of dwarfing traits of three kinds of citrus rootstocks and their grafted seedlings [M. D. Dissertation]. Chongqing: Southwest University. (in Chinese)

董翠翠. 2017. 三种柑橘砧木及其嫁接苗矮化性状相关参数研究[硕士论文]. 重庆: 西南大学.

Du Yuan-peng, Wang Zhao-shun, Sun Qing-hua, Zhai Heng, Wang Zhong-yue. 2008. Evaluation on grape phylloxera resistance in several grape varieties and rootstocks. *Acta Entomologica Sinica*, 51 (1): 33 - 39. (in Chinese)

杜远鹏, 王兆顺, 孙庆华, 翟 衡, 王忠跃. 2008. 部分葡萄品种和砧木抗葡萄根瘤蚜性能鉴定. *昆虫学报*, 51 (1): 33 - 39.

Feng Yi, Xu Xuefeng, Zhang Xinzong, Wu Ting, Wang Yi, Han Zhenhai. 2018. Progress of dwarfing mechanism of apple rootstock. *Acta Horticulturae Sinica*, 45 (9): 1633 - 1641. (in Chinese)

冯 轶, 许雪峰, 张新忠, 吴 婷, 王 忆, 韩振海. 2018. 苹果矮化砧木致矮机理的研究进展. *园艺学报*, 45 (9): 1633 - 1641.

Fu Qingqing, Tan Yazhong, Zhai Heng, Du Yuanpeng. 2018. Effects of salt stress on the generation and scavenging of reactive oxygen species in leaves of grape strains with different salt tolerance. *Acta Horticulturae Sinica*, 45 (1): 30 - 40. (in Chinese)

付晴晴, 谭雅中, 翟 衡, 杜远鹏. 2018. NaCl 胁迫对耐盐性不同葡萄株系叶片活性氧代谢及清除系统的影响. *园艺学报*, 45 (1): 30 - 40.

Gainza F, Opazo I, Muñoz C. 2015. Graft incompatibility in plants: metabolic changes during formation and establishment of the rootstock/scion union with emphasis on *Prunus* species. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75: 28-34.

He Pu-chao, Cheng Guo-li. 1994. Studies of different training systems on wine grapes. *Journal of Fruit Science*, 11 (1): 14 - 18. (in Chinese)

贺普超, 程国利. 1994. 酿酒葡萄不同整形方式的研究. *果树科学*, 11 (1): 14 - 18.

Jayasena V, Cameron I. 2008. Brix/acid ratio as a predictor of consumer acceptability of Crimson Seedless table grapes. *Journal of Food Quality*, 31: 736 - 750.

Krpes C S. 1993. Important constituents of grapevine and their effect on resistance to grey mould. *Vinohrad Bratislava*, 31 (2): 21 - 22.

Lacombe B, Achard P. 2016. Long-distance transport of phytohormones through the plant vascular system. *Current Opinion in Plant Biology*, 34: 1 - 8.

Li Min-min, Yuan Jun-wei, Liu Chang-jiang, Han Bin, Huang Jia-zhen, Guo Zi-juan, Zhao Sheng-jian. 2016. Effects of rootstocks on the growth and berry quality of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon grapevine in Changli zone, Hebei Province, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 27 (1): 59 - 63. (in Chinese)

李敏敏, 袁军伟, 刘长江, 韩 斌, 黄家珍, 郭紫娟, 赵胜建. 2016. 砧木对河北昌黎产区赤霞珠葡萄生产和果实品质的影响. *应用生态学报*, 27 (1): 59 - 63.

Ma Hai-yan. 2007. Changes of endogenous hormones in grapevine during its development [M. D. Dissertation]. Yangling: Northwest Agriculture & Forestry University. (in Chinese)

马海燕. 2007. 葡萄生长过程中内源激素含量变化的研究[硕士论文]. 杨凌: 西北农林科技大学. (in Chinese)

Melnik C W, Meyerowitz E M. 2015. Plant grafting. *Current Biology*, 25 (5): 183 - 188.

Mudge K, Janick J, Scofield S, Goldschmidt E E. 2009. A history of grafting. *Horticultural Reviews*, 35: 437 - 593.

Nuzzo V, Matthews M. 2006. Response of fruit growth and ripening to crop level in dry-farmed cabernet sauvignon on four rootstocks. *American Journal Enology and Viticulture*, 57: 314 - 324.

Oki L R, Lieth J H. 2004. Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal' stems. *Scientia Horticulturae*, 101: 103 - 119.

Ozden M, Vardin H, Simsek M. 2010. Effects of root-stocks and irrigation levels on grape quality of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz. *African Journal of Biotechnology*, 25: 3801 - 3807.

Reynolds A G, Wardle D A. 2001. Rootstocks impact vine performance and fruit composition of grapes in British Columbia. *Horticulture*

- Technology, 11: 419 - 427.
- Satisha J, Somkuwar R G, Sharma J. 2010. Influence of rootstocks on growth yield and fruit composition of Thompson seedless grapes grown in the Pune region of India. South African Journal of Enology and Viticulture, 31: 1 - 8.
- Wang Xiao-yue, Zhang Guo-jun, Sun Lei, Zhao Yin, Yan Ai-ling, Wang Hui-ling, Ren Jian-cheng, Xu Hai-ying. 2019. Effects of two trellis systems on viticultural characteristics and fruit quality of three table grape cultivars. Scientia Agricultura Sinica, 52 (7): 1150 - 1163. (in Chinese)
- 王晓玥, 张国军, 孙磊, 赵印, 闫爱玲, 王慧玲, 任建成, 徐海英. 2019. 2种架式对3个鲜食葡萄品种栽培性状及果实品质的影响. 中国农业科学, 52 (7): 1150 - 1163.
- Warschefsky E J, Klein L L, Frank M H, Chitwood D H, Londo J P, von Wettberg E J, Miller A J. 2016. Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. Trends in Plant Science, 21 (5): 418 - 437.
- Yamasaki A, Yamashita M, Furuya S. 1994. Mineral concentrations and cytokinin activity in the xylem exudates of grafted watermelons as affected by rootstock and crop load. Journal of the Japanese society for Horticultural Science, 62: 817 - 826.
- Yuan Yuan-yuan, Yao Yu-xin, Wang Wen-jun, Xu Jia-ning, Guo Shou-peng, Huang Yu-peng. 2012. Progress and prospects of grafted cultivation on grape. Sino-Overseas Grapevine and Wine, (6): 57 - 61. (in Chinese)
- 袁园园, 姚玉新, 王文军, 徐佳宁, 郭守鹏, 黄翊鹏. 2012. 葡萄嫁接栽培研究现状及展望. 中外葡萄与葡萄酒, (6): 57 - 61.
- Zhang Guo-jun, Wang Xiao-yue, Sun Lei, Yan Ai-ling, Wang Hui-ling, Ren Jian-cheng, Xu Hai-ying. 2016. Grapevine vigor control theory and coping strategy for grape growing under mainland monsoon type climate. Sino-Overseas Grapevine and Wine, (3): 30 - 33. (in Chinese)
- 张国军, 王晓玥, 孙磊, 闫爱玲, 王慧玲, 任建成, 徐海英. 2016. 大陆季风气候区葡萄树势调控理念与应对策略分析. 中外葡萄与葡萄酒, (3): 30 - 33.
- Zhang Lin, Liu Leichao, Wang Yuhuan, Lü Bo, Yao Zihan, Jiang Cuncang. 2019. Different influences of organic and inorganic boron fertilizers on citrange rootstock growth and physiology characters. Acta Horticulturae Sinica, 46 (1): 135 - 142. (in Chinese)
- 张林, 刘磊超, 王宇涵, 吕波, 姚子涵, 姜存仓. 2019. 有机态和无机态硼对柑橘橙砧木生长及生理的影响. 园艺学报, 46 (1): 135 - 142.
- Zheng Ping-sheng, Zhao Gui-bin, Kang Tian-lan, Li Guo-liang, Wang Yan-ling. 2009. Advances in research of grafted cultivation on grape in China. Northern Horticulture, (7): 146 - 148. (in Chinese)
- 郑平生, 赵贵宾, 康天兰, 李国梁, 王艳玲. 2009. 我国葡萄嫁接栽培研究进展. 北方园艺, (7): 146 - 148.

征订

欢迎订阅 2021 年《中国果树》

《中国果树》是中华人民共和国农业农村部主管、中国农业科学院果树研究所主办的技术类期刊, 是中国科技核心期刊、全国中文核心期刊。曾荣获第二届全国期刊奖提名奖、农业部优秀科技期刊奖、全国优秀农业期刊一等奖等多项奖励。主要报道我国果树科研新成果、新技术、新优品种, 交流果树生产先进经验, 普及果树科学技术知识, 提供国外果树科技信息等。双月刊, 单月 10 日出版, 每期定价 10.00 元, 全年 6 期共 60.00 元, 全国各地邮局均可订阅, 邮发代号: 8-106。也可直接汇款至编辑部订阅, 免收邮费, 如需挂号, 每期另加 3 元; 订 10 套以上挂号邮寄, 免收挂号费。

我们将通过“中国果树”微信公众号向关注的读者发布本刊每期精品文章、果树产业动态资讯和学术会议信息等内容, 汇聚新闻、技术、产品、市场等内容, 全方位为果树产业服务。公众号每月发布 4 次内容, 每次 4~5 篇文章。欢迎扫描二维码关注, 也欢迎向本刊及公众号投稿。

地 址: 辽宁省兴城市兴海南街 98 号中国农业科学院果树研究所《中国果树》编辑部;

邮 编: 125100; 电 话: (0429) 3598131, 3598168, 3598276, 3598132

在线投稿平台: <http://zggs.cbpt.cnki.net/>

电子信箱: zggsbjb@vip.163.com (编辑部)、zgsgsgb@126.com (广告部)

