

不同海拔和栽培模式对巨峰葡萄果实糖含量及酶活性的影响

周亚林,毛加宁,吴三林,周彦杉,刘 芳

(乐山师范学院 生命科学学院,四川 乐山 614000)

摘要:为研究巨峰葡萄在不同海拔地区最有效的栽培模式,提高葡萄果实品质,增加南方葡萄产业经济效益,以 390 m 和 1 150 m 钢架避雨栽培和露地栽培的巨峰葡萄为试验材料,研究不同海拔和栽培模式对巨峰葡萄果实可溶性糖及相关糖代谢酶活性的影响。结果表明:成熟的巨峰葡萄果实中的可溶性糖为葡萄糖、果糖和蔗糖,葡萄糖和果糖为主,蔗糖含量少,酸性转化酶(AI)和蔗糖合成酶分解方向(SSI、SSc)活性较高,而中性转化酶(NI)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)和蔗糖合成酶合成方向(SSII、SSs)酶活性较低。高海拔(1 150 m)地区和钢架避雨栽培模式均可以提高巨峰果实中可溶性糖的含量和相关糖代谢酶活性,提高葡萄果实品质。

关键词:巨峰;海拔;栽培模式;可溶性糖;糖代谢酶

中图分类号:S663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)12-0072-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.12.0072

葡萄属于葡萄科葡萄属(*Vitis* L.),我国南方地区气温高,降雨量多、空气湿度大、光照不足,造成葡萄病虫害严重、防治成本高,果实品质差,从而限制了葡萄在南方地区的大量发展。近年来,避雨栽培模式的推广大大的促进了南方葡萄产业的迅速发展。避雨栽培模式能避免雨水直接接触果实,减少病虫害在葡萄植株间的传播,从而减少农药使用,并且避雨栽培避免不良气候条件对葡萄坐果、果实膨大和品质的不良影响,从而人工改变了葡萄种植的小气候,达到高产、生态的效果,提高果实品质,达到高产稳产。不同海拔因温度、湿度及光照等环境因子的不同从而影响果实的品质。高海拔地区昼夜温差大,光照充足,有利于葡萄果实可溶性糖含量的积累。果实中的糖含量是衡量葡萄品质的一项重要指标。果肉中的可溶性糖主要由葡萄糖、果糖和蔗糖组成^[1],而果实中的糖分积累主要受到蔗糖代谢的影响,蔗糖合成酶(SS)、转化酶(Ivr)和蔗糖磷酸合成酶(PS)相互协同作用调控。因此,葡萄果实中的糖代谢相关酶的活性影响葡萄果实的相关品质。巨峰葡萄是原产于日本的欧美杂交品种,南方葡萄生产

栽培中的主要品种之一,适应能力强,抗病、抗寒性能好,喜肥水。

本试验以四川省乐山市 360 m 和 1 150 m 海拔钢架避雨栽培和露地栽培的巨峰为试验材料,通过研究乐山地区不同海拔以及不同栽培模式对巨峰果实糖含量及酶活性的影响,研究不同海拔地区最有效的栽培模式,为提高葡萄果实品质,增加经济效益以及高温、多湿、寡日照地区葡萄种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地区基本概况

四川省乐山市全年降雨量充足,四季分明,试验设 2 个地点,海拔高度分别为 390 m 和 1 150 m 的葡萄栽培园区;土壤 pH 呈中性,地势较平坦,土壤为沙壤土,透水保水良好,肥力中等,试验地点设有灌溉设施;钢架避雨栽培模式,株行距为 1.5 m×3.0 m;露地栽培模式,株行距为 1.0 m×2.0 m。

1.2 材料

供试材料选用三年生巨峰葡萄。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 设置 390、1 150 m 2 种海拔高度和钢架避雨、露地栽培 2 种栽培模式共 4 个处理,每处理选 5 株长势基本一致的巨峰葡萄植株,重复 3 次,常规管理。

1.3.2 测定项目及方法 于巨峰花后 110 d,每株选择有代表性的 3 穗果穗,每穗上中下部各采 3 粒果,采样后迅速放入冰盒冷冻,带回实验室处

收稿日期:2016-10-18

基金项目:国家级大学生创新训练资助项目(201510649030);四川省教育厅科研资助项目(15ZB0262);四川省科技厅科研资助项目(2016NZYZF0078)

第一作者简介:周亚林(1994-),女,四川省宜宾市人,学士,从事生物科学研究。E-mail:534703583@qq.com。

通讯作者:刘芳(1978-),女,甘肃省天水县人,硕士,副教授,从事植物生理研究。

理。用干净的实验刀片将果皮、果肉、果粒分离,收集果肉,然后迅速投入液氮中,放置-70℃冰箱保存,测定果实糖含量及其糖代谢相关酶的活性。

葡萄糖、果糖、蔗糖含量测定方法参照张志良等^[2-5]的方法。酶液制备方法参照 Keller 和 Ludlow 的方法^[6],透析后的酶液可用于糖代谢相关酶活性的测定。因为酶易变性失活,所以整个提取过程在 0~4℃完成。酸性转化酶(AI)、中性转化酶(NI)参照赵智中等(2001)的方法^[7],调整转化酶的总反应体系为 1 mL,蔗糖合成酶(SS)的合成及分解方向活性与蔗糖磷酸酶(PS)活性的测定参照宋瑾的方法^[8],重复上述操作 3 次,单位为 $\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 。

1.2.3 试验数据处理 采用 Excel 软件分析及绘图。

2 结果与分析

2.1 不同海拔和栽培模式对巨峰果实糖含量的影响

由图 1 可知,不同海拔和栽培模式下,巨峰葡萄果实中含量较高的可溶性糖分别是葡萄糖、果糖和蔗糖,其中葡萄糖含量最高,平均为 $69.41\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$;其次为果糖含量,平均为 $67.00\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,蔗糖含量相对较少,平均为 $5.43\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。不同海拔地区,同一栽培模式下高海拔(1 150 m)栽培区的可溶性糖含量均高于低海拔(390 m)栽培区,避雨栽培模式下 1 150 m 海拔区的果实的葡萄糖平均含量为 $74.68\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,果糖平均含量为 $75.40\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,蔗糖平均含量为 $6.00\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,分别高出 390 m 栽培区 11.83%、15.29%、25%。露地栽培模式下 1 150 m 海拔区的果实的葡萄糖、果糖、蔗糖平均含量分别高出 390 m 栽培区 12.48%、15.23%、7.62%;同一海拔下,避雨栽培模式的葡萄糖和果糖含量均高于露地栽培模式,而蔗糖含量在不同的海拔,表现不一致。海拔 390 m 避雨栽培的果实中葡萄糖和果糖平均含量分别为: 66.78 、 $65.40\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,分别高于露天栽培的 4.21%和 10.66%;蔗糖含量露天栽培条件的高于避雨栽培,平均含量为 $5.25\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,高出避雨栽培 9.38%;海拔 1 150 m 避雨栽培模式下的果实中葡萄糖、果糖和蔗糖含量分别为: 74.68 、 75.40 、 $6.00\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,分别高于露天栽培的 36.07%、10.72%、6.19%。

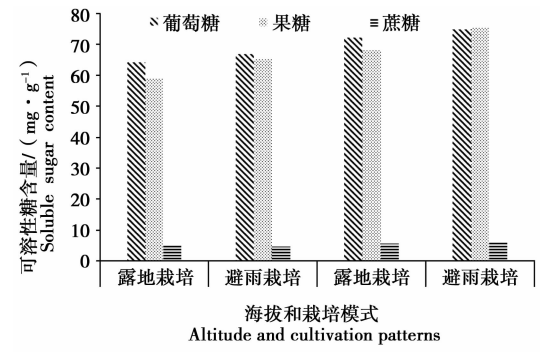


图 1 巨峰葡萄果实成熟期 3 种可溶性糖含量
Fig. 1 The content of three kinds of soluble sugar in Kyoho grape during fruit maturity

2.2 不同海拔和栽培模式对巨峰果实糖代谢酶活性的影响

葡萄果实中的糖分积累主要受到蔗糖合成酶(SS)和转化酶(Ivr)相互协同作用的调控,转化酶(Ivr)分为两种:酸性转化酶(AI)和中性转化酶(NI);蔗糖合成酶(SS)既可以合成蔗糖也可以分解蔗糖,分为蔗糖合成酶分解方向和合成方向。转化酶(Ivr)和蔗糖磷酸合成酶(PS)在葡萄果实中分别起分解和合成蔗糖的作用;因此,果实中的蔗糖代谢相关酶的活性大小影响果实相关品质。

由图 2、3 可知,不同海拔和栽培模式巨峰果实中蔗糖分解方向的酸性转化酶(AI)、中性转化酶(NI)和蔗糖合成酶(SS)分解方向的酶活性高于合成方向蔗糖磷酸合成酶(PS)和蔗糖合成酶(SS)。同李利梅^[9]研究的一致。海拔对蔗糖代谢相关酶活性的影响大于不同栽培模式的影响。高海拔(1 150 m)栽培区的巨峰果实糖代谢的蔗糖代谢相关酶活性均高于低海拔(390 m)栽培区,露地栽培模式下 1 150 m 海拔区的果实的蔗糖磷酸合成酶活性平均为 $2.60\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,中性转化酶活性平均为 $6.35\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,酸性转化酶活性平均为 $78.07\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,磷酸合成酶分解方向活性平均为 $87.6\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$,分别高出 390 m 栽培区 85.71%、17.82%、81.14%、45.27%;避雨栽培模式下 1 150 m 海拔区的果实的蔗糖磷酸合成酶、中性转化酶、酸性转化酶、磷酸合成酶分解方向,分别高出 390 m 栽培区 127.22%、17.82%、81.28%、24.58%;在海拔 1 150 m,不同的栽培模式下,避雨栽培巨峰果实中蔗糖磷酸合成酶、酸性转化酶、中性转化酶活性及蔗糖合成酶分解方向均高于露地栽培模式,

分别高出各种蔗糖酶活性 38.08%、2.05%、2.22%和 10.96%；而蔗糖合成酶合成方向在 390 m 海拔的露地栽培模式下高于避雨栽培模式平均活性为 $3.25 \mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ，高于避雨栽培的 12.07%。

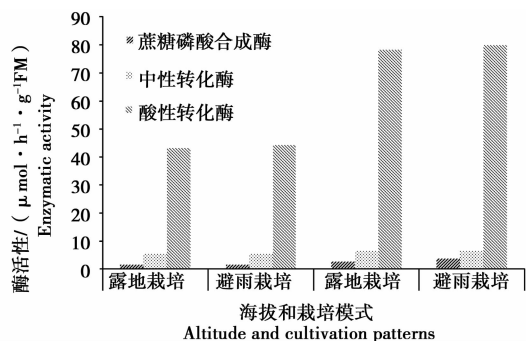


图2 巨峰葡萄果实成熟期糖代谢酶活性含量

Fig.2 The content of sugar metabolic enzyme activity in Kyoho grape during fruit maturity

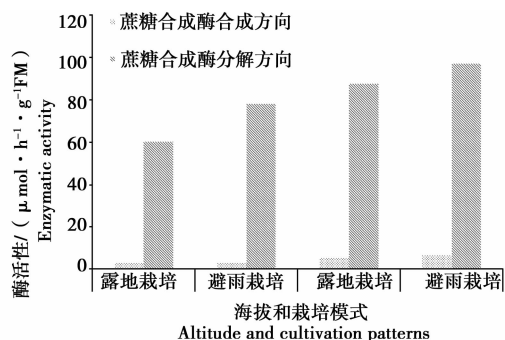


图3 巨峰葡萄果实成熟期蔗糖磷酸合成酶合成及分解方向

Fig.3 Synthesis and decomposition of sucrose synthase in kyoho grape during fruit maturity

3 结论与讨论

3.1 结论

不同海拔,不同栽培模式,巨峰葡萄果实中可溶性糖含量不同。巨峰果实成熟时可溶性糖含量高低依次为:葡萄糖>果糖>蔗糖。在不同海拔地区,同一栽培模式下高海拔(1500 m)栽培区的可溶性糖含量均高于低海拔(390 m)栽培区;同一海拔下,避雨栽培模式的葡萄糖和果糖含量均高于露地栽培模式,而在低海拔(390 m)栽培区的露地栽培的果实蔗糖含量高于避雨栽培模式。

巨峰葡萄果实中糖代谢相关酶活性的高低依次为:酸性转化酶>中性转化酶>蔗糖磷酸合成酶,蔗糖合成酶分解方向>蔗糖合成酶合成方向。在不同海拔地区,同一栽培模式下高海

拔(1500 m)栽培区的果实糖代谢相关酶活性均高于低海拔(390 m)栽培区;同一海拔下,避雨栽培模式的果实的蔗糖磷酸合成酶、酸性转化酶、中性转化酶活性及蔗糖合成酶分解方向均高于露地栽培模式,而海拔390 m避雨栽培模式下的果实的蔗糖合成酶合成方向在露地栽培模式下高于避雨栽培模式不同海拔地区的不同栽培模式下果实成熟期中可溶性糖含量区别较大。两种海拔(390 m/1500 m)下,在高海拔栽培地区(1500 m)时,巨峰葡萄可溶性糖含量及相关代谢酶的活性相比于低海拔栽培地区(390 m)下更高,因此更有利于巨峰葡萄的种植,而通过每种海拔下不同栽培模式(露地栽培/避雨栽培)的比较分析,钢架避雨栽培模式通过促进葡萄果实蔗糖代谢相关酶的活性,提高葡萄果实中的糖分积累。

3.2 讨论

一般而言,在适宜种植的海拔范围内,高海拔地区,夜温低,昼夜温差大,植物的呼吸作用较弱,有利于其果实中可溶性糖积累;高海拔地区紫外线强,果树趋于矮化,光照条件充足,果实品质比低海拔栽培地区好;采用避雨栽培能够有效地控制外界环境条件对葡萄种植的影响,尤其避免叶片和果实接触雨水,降低病虫害的发病程度,因而减少了农药的施用量。本试验研究表明,同一栽培模式下高海拔(1500 m)栽培区的可溶性糖含量均高于低海拔(390 m)栽培区,孙文泰^[10]研究苹果表明,在海拔1500~1600 m果实中的可溶性糖含量达到最大值,果实品质达到最优化;同一海拔下,避雨栽培模式的葡萄糖和果糖含量均高于露地栽培模式,而在低海拔(390 m)栽培区的露地栽培的果实蔗糖含量高于避雨栽培模式。在高温、多湿、寡日照地区降雨量相对较多,避雨设施相对于露地栽培来说可以避免这些不良气候条件对葡萄坐果、果实膨大和品质的不良影响,人工改变了葡萄种植的小气候,因而从各方面提高了巨峰葡萄果实的品质。

参考文献:

- [1] 王淑杰,王家长.可溶性全蛋白,可溶性糖含量与葡萄抗寒性关系的研究[J].园艺学报,1996(2):13-14.
- [2] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2003:127-132.
- [3] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学教育出版社,1999:127.

(下转第101页)

- 菜,2011(4):13-17.
- [8] 王松. 蔬菜中有机磷农药残留测定方法的研究[D]. 南京: 南京农业大学,2009.
- [9] 沈伟健,曹孝文,刘一军,等. 气相色谱负化学源质谱法测定蔬菜中种拟除虫菊酯类农药残留量[J]. 色谱,2012,30(11):1172-1177.
- [10] 邓立刚,李增梅,郭长英,等. 超高效液相色谱串联质谱法测定蔬菜中种氨基甲酸酯类农药残留[J]. 食品科学,2011,32(6):221-224.
- [11] 瞿德业,魏善明,周围,等. 蔬菜中氨基甲酸酯类农药残留的固相微萃取分离和 HPLC 法测定[J]. 应用化学,2009,26(4):498-450.
- [12] 陈静,房新宇,沈菊芳,等. 蔬菜中种有机氯农药残留气相色谱分析方法的的研究[J]. 化学世界,2010(7):408-411.
- [13] Smith Y S,Madsen E L,Alexander M. Microbial degradation by mineralization or cometabolism determined by chemical concentration and environment[J]. Agriculture and Food Chemistry,1995,33:495-499.
- [14] 刘京徽. 缘何谈“非”色变:蔬菜农药残留超标的危害[J]. 瞭望,2000(37):52-53.
- [15] Karakas S Y. Validation and uncertainty assessment of rapid extraction and clean -up methods for the determination of 16 organo-chlorine pesticide residues in vegetables[J]. Analytica Chimica Acta,2006,571:298-307.
- [16] 张艳丽,刘宏伟,李勇. 不同清洗方法对蔬菜中农药残留去除效果的研究[J]. 河南农业,2016(4):26-28.

Methods and Suggestions for Reduce Pesticide Residues of Vegetables

NIU Hong-hong, HE Zhi-yong, CAI Hong-mei, CAI Yu-hong

(Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Jilin Academy of Agricultural Sciences/Risk Assessment Lab of Agri-products Quality and Safety of Ministry of Agriculture, Changchun, Jilin 130033)

Abstract: Pesticide residue in vegetables is one of the main factors affecting the hygiene quality of vegetable products. The nature of pesticide species commonly used for vegetables in our country and the formation process of pesticide residues in vegetables were discussed. Furthermore, four different effective methods for reduce pesticide residues on vegetables at home were also presented

Keywords: vegetables; pesticide residues; wash

(上接第 74 页)

- [4] 李如亮. 生物化学实验[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1998.
- [5] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学教育出版社, 1998:127.
- [6] Keller F, Ludlow M M. Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of pigeonpea (*Ca fanus cajan*) [J]. Journal of Experimetal Botany, 1993, 44: 1351-1359.
- [7] 赵智中, 张上隆, 徐昌杰, 等. 蔗糖代谢相关酶在温州蜜柑果实糖积累中的作用[J]. 浙江大学园艺学报, 2001, 28(2): 112-118.
- [8] 宋瑾, 范培格, 吴本宏, 等. 葡萄延迟采收期间糖含量及其代谢酶活性的变化[J]. 园艺学报, 2007, 34(4): 823-828.
- [9] 李利梅, 王秀芹, 杨培培, 等. 赤霞珠葡萄果实糖积累与糖代谢相关酶的关系[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2011(7): 24-27.
- [10] 孙文泰, 尹晓宁, 刘兴禄, 等. 不同海拔高度对‘红富士’苹果果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(6): 12-15.

Effects of Different Altitude and Cultivation Patterns on Sugar Content and Enzyme Activity of Kyoho Grape

ZHOU Ya-lin, MAO Jia-ning, WU San-lin, ZHOU Yan-shan, LIU Fang

(Leshan Normal University, College of life science, Leshan, Sichuan 614000)

Abstract: The effects of different altitude and cultivation patterns on soluble sugar and related carbohydrate metabolizing enzymes of Kyoho grape were studied which cultivated at 390 m and 1 150 m steel shelters and in open field. The results showed that the soluble sugars in mature Kyoho grape were glucose, fructose, sucrose, glucose and fructose were more, and sucrose content was low. The activities of acid invertase (AI) and sucrose synthase (SSI, SSc) in the fruit of mature Kyoho were higher, while the activities of neutral invertase (NI), sucrose phosphate synthase (SPS) and sucrose synthase the synthetic direction (SSII, SSs) was low. The results showed that high altitude (1 150 m) and steel shelter could improve the content of soluble sugar and the activities of carbohydrate metabolism enzymes in Kyoho fruits, and improve the quality of grape fruit.

Keywords: Kyoho; altitude; cultivation model; soluble sugar; glucose metabolism enzyme