

引用格式:

尹韬, 龙立长, 施云庭, 谭振华, 周卫军, 李大志, 卢晓鹏. 洪江与华宁冰糖橙果实大小差异成因分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(1): 52–59.

YIN T, LONG L C, SHI Y T, TAN Z H, ZHOU W J, LI D Z, LU X P. Causes analysis of the fruit size variation of 'Bingtang' sweet orange(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) between Hongjiang and Huaning area[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2023, 49(1): 52–59.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



洪江与华宁冰糖橙果实大小差异成因分析

尹韬^{1,2}, 龙立长³, 施云庭⁴, 谭振华⁵, 周卫军², 李大志^{1,2}, 卢晓鹏^{1,2*}

(1.湖南农业大学园艺学院, 湖南 长沙 410128; 2.国家柑橘改良中心长沙分中心, 湖南 长沙 410128; 3.洪江市农业农村局, 湖南 洪江 418100; 4.云南省玉溪市柑橘研究所, 云南 华宁 652801; 5.宜章县农业农村局, 湖南 宜章 424200)

摘要:以湖南洪江市和云南华宁县冰糖橙果实为材料, 比较分析了2个产区冰糖橙外在品质特征和产地气候特征。结果表明: 华宁冰糖橙平均单果质量(147.56~159.80 g)显著大于洪江冰糖橙的单果质量(106.68~109.41 g), 果实横径、纵径也均显著大于洪江冰糖橙的; 2个产区果实囊瓣数和单个囊瓣内汁胞数无明显差异; 华宁冰糖橙单个汁胞体积为22.07 mm³, 显著大于洪江冰糖橙的(16.62 mm³); 环境条件比较显示, 2个产区年均温和年积温无明显差异; 湖南怀化地区平均年降水量达1450.3 mm, 4—7月中旬量大, 降水集中在冰糖橙果实细胞分裂末期和果实膨大初期, 水分利用效率约1.23 kg/((667 m²)·mm); 云南玉溪地区平均年降水量1032.1 mm, 7—9月降水量较大, 降水集中在果实膨大期, 水分利用效率约为3.78 kg/((667 m²)·mm); 云南玉溪地区物候期整体上比洪江早1个月, 果实发育时间也较洪江长1个月左右。综上, 华宁产区周年温度条件相对稳定, 枝梢和果实发育期长, 膨大期供水充足, 单个汁胞体积膨大较充分, 有利于华宁冰糖橙大果的形成。

关键词:冰糖橙; 果径; 果实膨大期; 单果质量; 物候期

中图分类号: S666.4

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2023)01-0052-08

Causes analysis of the fruit size variation of 'Bingtang' sweet orange(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) between Hongjiang and Huaning area

YIN Tao^{1,2}, LONG Lichang³, SHI Yunting⁴, TAN Zhenhua⁵, ZHOU Weijun², LI Dazhi^{1,2}, LU Xiaopeng^{1,2*}

(1.College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Changsha Subcenter, National Citrus Improvement Center, Changsha, Hunan 410128, China; 3.Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Hongjiang, Hunan 418100, China; 4.Citrus Research Institute of Yuxi City, Yunnan Province, Huaning, Yunnan 652801, China; 5.Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Yizhang County, Hunan 424200, China)

Abstract: Basing on fruit size difference of 'Bingtang' sweet orange(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) planting in Hongjiang City, Hunan Province and Huaning County, Yunnan Province, the extrinsic qualities and regional climate were comparatively analyzed. The results showed that the fresh fruit mass was 147.56 to 159.80 g/fruit in Huaning, which was significantly bigger than that of 106.68 to 109.41 g/fruit in Hongjiang. Along with the bigger fresh fruit mass, fruit diameter of Huaning was significantly larger. Further analysis revealed that amounts of both fruit segments and juice sacs in one segment exhibited no significant difference between the two areas. However, the single juice sac volume of

收稿日期: 2022-03-25

修回日期: 2022-12-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(32172520、31872044); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-26)

作者简介: 尹韬(1998—), 男, 湖南郴州人, 硕士研究生, 主要从事柑橘果实研究, 2020-yintao@stu.hunau.edu.cn; *通信作者, 卢晓鹏, 博士, 副教授, 主要从事柑橘果实品质形成与调控研究, xl678@hunau.edu.cn

Huaning 'Bingtang' sweet orange was 22.07 mm³, significantly bigger than 16.62 mm³ of Hongjiang 'Bingtang' sweet orange. Comparison of environmental conditions showed that there was no significant difference in the annually average temperature and annually accumulated temperature between the two areas. The annual rainfall in Huaihua area reached 1450.3 mm, with heavy rainfall from April to middle July when was at the end stage of fruit cell division and the early stage of fruit enlargement. That resulted in a water use efficiency of approximate 1.23 kg/m³. Yuxi area had an annual rainfall of 1032.1 mm and greater rainfall from July to September when the fruit was at enlargement stage with a water use efficiency of approximately 3.78 kg/(667 m²)·mm. Additionally, the overall phenological period was about a month earlier in Huaning than that in Hongjiang, and the fruit developing period was also about a month longer than that of Hongjiang. In conclusion, three reasons, the stabler annual temperature, the longer shoot and fruit development periods and the increased juice sacs size with adequate water supply at enlargement stage were closely related to the bigger fruit size of 'Bingtang' sweet orange in Huaning area.

Keywords: 'Bingtang' sweet orange(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck); fruit diameter; fruit enlargement; single fruit weight; phenological phase

冰糖橙起源于湖南省黔阳地区,即目前的怀化市安江镇,是中国极具代表性的优良地方甜橙品种之一^[1-3]。冰糖橙在黔阳地区被发现、选育和栽培后,于 1978 年前后引入湖南永兴县栽培;2000 年前后引入云南华宁县栽培;2003 年前后引入云南新平县栽培^[4-8]。冰糖橙引入云南后主要在玉溪柑橘产区种植。近年玉溪全市柑橘种植面积约达 2.395×10⁴ hm²,产量约 5.825×10⁵ t^[9-10],其中冰糖橙种植面积约占全市柑橘种植面积的 1/3^[11]。目前,中国冰糖橙的主产区是湖南省和云南省^[12]。

冰糖橙果皮薄、味清香、酸低、肉质脆嫩、甜味浓、化渣好、品质上乘,深受消费者欢迎^[13-14]。但冰糖橙果形偏小,横径 55~62 mm,单果质量大多不足 90 g,果实大小不均一,这些外观特征直接影响了其果实商品性、产量和市场竞争力^[15-16]。湖南柑橘产区柑橘果实膨大期常发生季节性干旱,果实膨大期干旱对冰糖橙果实品质产生不可逆的影响,主要表现为果实变小、产量下降和酸度升高,严重制约了湖南省冰糖橙的生产^[17]。本研究中,针对洪江冰糖橙果实较小的特点开展研究,分析外在和内在因素在其果实形成过程中的作用,旨在为洪江市冰糖橙优质高效栽培提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

于 2020 年和 2021 年冰糖橙果实成熟期分别从湖南洪江和云南华宁采集果实样品。每个地区选取 10 个管理水平基本一致的冰糖橙果园,每个果园中采集中等大小的果实。云南冰糖橙产区采样地点为

玉溪市华宁县牛山柑橘实验基地、华宁牛山柑橘责任有限公司、华宁县农业局亚热带水果示范园、澧江街道莫朗村委会小莫朗组、澧江街道莫朗村委会大莫朗组、青龙镇新村、华溪镇、盘溪镇、坝埂脚村等地;湖南产区采样地点为洪江市黔城镇茶溪村园艺场、黔城镇双喜大马村政府园艺场、沙湾乡中心村一组、沙湾乡健康村、太平乡园艺场、太平乡松坂村等地。采集样品时,选树形、树势基本一致的 11~12 年生冰糖橙果树。每棵树按树冠不同方向随机采取中等大小的果实,每棵树采 10~15 个果实,1 个果园采样 10~20 株,每个果园采 100~150 个果实样品。采集的果实样品作好标记,24 h 内用硬纸箱包装运回实验室进行分析。

1.2 方法

云南玉溪气象数据来源于温室数据共享平台(<http://data.sheshiyuanyi.com/WeatherData/>)。湖南洪江气象数据由怀化气象局提供,监测点在洪江市安江镇。气象数据主要包括云南玉溪、湖南洪江全年日平均气温和日降水量。

采用电子天平测定果实单果质量;用游标卡尺测量果实横径、纵径;采用柯尼卡美能达色差计(CR-400)测定色差;采用手持式柑橘糖酸度计(日本爱拓 PAL-BX/ACID1)测定可溶性固形物、总酸含量。统计记录当地冰糖橙物候期、果园产量等。水分利用效率参照高福洁等^[18]的方法按公式(1)计算。

$$W=Y/(P \times 0.667) \quad (1)$$

式中: W 为水分利用效率; Y 为果实产量; P 为年平均降水量。

每个产区选取平均大小的冰糖橙果实拍照,剥

去果皮,取出囊瓣拍照,统计囊瓣数量;选取形状规则均匀的囊瓣,称取一半质量的囊瓣,取出汁胞观察拍照。一半囊瓣用于体积计算:使用10 mL精密量筒,加入蒸馏水,保持刻度为5 cm,放入去除囊衣的半个囊瓣,使其完全浸没水中,记录水刻度变化,计算1/2囊瓣体积;分离1/2囊瓣汁胞,记录1/2囊瓣汁胞数量。按公式(2)计算平均单个汁胞体积。

$$V_S = V/N \times 1000 \quad (2)$$

式中: V_S 为平均单个汁胞体积; V 为1/2囊瓣体积; N 为1/2囊瓣汁胞数量。

1.3 数据分析

运用Excel 2016进行数据处理;运用SPSS 19.0进行差异显著性分析。

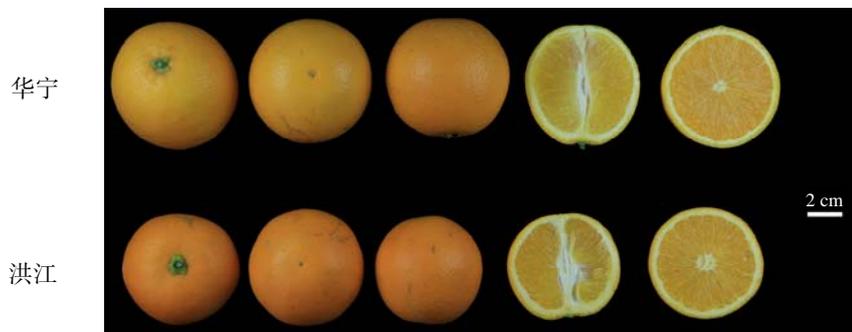


图1 湖南洪江和云南华宁冰糖橙的外观

Fig.1 The appearance of 'Bingtang' sweet orange fruits from Hongjiang City and Huaning County

表1 洪江和华宁冰糖橙果实大小和色泽

Table 1 Fruit size and color of 'Bingtang' sweet orange fruits from Hongjiang City and Huaning County

年份	单果质量/g		横径/mm		纵径/mm	
	洪江	华宁	洪江	华宁	洪江	华宁
2020	106.68±20.51	(159.80±27.58)*	59.82±4.08	(67.21±4.30)*	55.14±4.25	(67.84±4.68)*
2021	109.41±19.44	(147.56±33.90)*	60.43±3.98	(66.70±6.28)*	55.37±4.10	(64.57±7.60)*
年份	L^*		a^*		b^*	
	洪江	华宁	洪江	华宁	洪江	华宁
2020	71.47±2.43	(75.04±4.51)*	(17.56±5.31)*	9.75±8.40	(64.47±2.61)*	45.38±3.08
2021	69.31±10.04	71.47±2.05	(21.29±4.25)*	14.75±5.38	69.82±10.11	(75.61±2.57)*

**示同一指标同一年份同行数据的差异有统计学意义($P < 0.05$)。 L^* 示果面光泽亮度; a^* 正值为红色,负值为绿色; b^* 正值为黄色,负值为蓝色。

2.2 汁胞数量和形态对华宁冰糖橙大果特征形成的影响

比较洪江与华宁产区冰糖橙囊瓣数和瓣内汁胞数,发现2个产区冰糖橙囊瓣数(均为9~12瓣)和汁胞数均无明显差别。洪江冰糖橙平均单个汁胞体积为16.62 mm³,华宁冰糖橙平均单个汁胞体积

2 结果与分析

2.1 湖南洪江和云南华宁冰糖橙果实大小和色泽比较

连续2年的分析结果(图1、表1)显示,洪江冰糖橙平均单果质量为106.68~109.41 g,显著小于华宁冰糖橙的单果质量(147.56~159.8 g)。洪江冰糖橙平均横径59.82~60.43 mm,纵径55.14~55.37 mm,均显著小于华宁冰糖橙的。洪江产区冰糖橙果实偏橙红色,华宁产区冰糖橙果实偏黄;华宁冰糖橙果皮 L^* 值高于洪江冰糖橙;洪江冰糖橙果皮 a^* 值显著高于华宁冰糖橙。

为22.07 mm³,显著大于洪江冰糖橙的(图2-A和表2)。比较洪江冰糖橙同一结果母枝上的大、小果,大、小果汁胞数无显著差异,但大果汁胞体积较大(图2-B)。华宁冰糖橙单个汁胞体积明显大于洪江冰糖橙的,这可能是其囊瓣体积和单果体积均较大的原因。

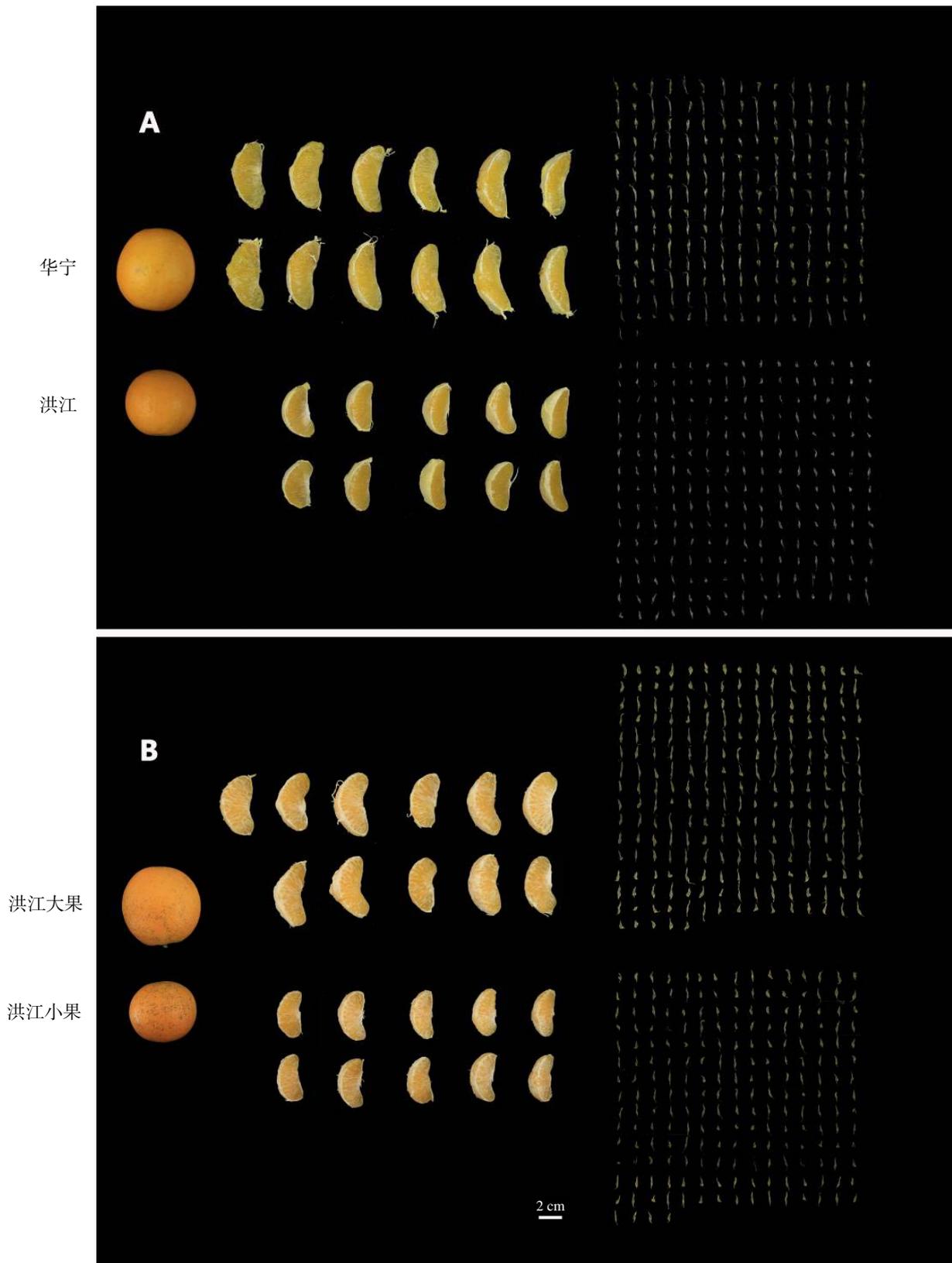


图 2 洪江与华宁冰糖橙囊瓣和汁胞比较(A)及洪江冰糖橙同一枝条不同大小果实囊瓣和汁胞比较(B)

Fig.2 Comparisons in segments and juice sacs of 'Bingtang' sweet orange fruits from Hongjiang City and Huaniang County, and comparisons for different size fruits from one shoot of Hongjiang 'Bingtang' sweet orange

表2 洪江和华宁冰糖橙囊瓣数和囊瓣内汁胞数及单个汁胞体积

产区	囊瓣数/个	1/2 囊瓣体积/cm ³	1/2 囊瓣汁胞数/个	平均单个汁胞体积/mm ³
洪江	11.0±0.63	2.75±0.7	224.00±8.46	16.62±0.74
华宁	10.6±0.49	(5.94±1.36) [*]	240.67±40.54	(22.07±1.13) [*]

“*”示同列数据的差异有统计学意义(P<0.05)。

2.3 周年降水和温度变化对华宁冰糖橙大果形成的影响

从表3可以看出,怀化年积温为5887.4℃,玉溪为5946.6℃,怀化年积温稍低于玉溪的。怀化地区高温时期主要集中在6月上旬至9月中旬,该时期为果实细胞分裂末期和果实膨大期;低温时期主

要集中在12月上旬到次年2月中旬,该时期果实已成熟采收。玉溪地区5月上旬至9月中旬气温较高,该时期为果实细胞分裂期至果实膨大期;11月下旬至次年2月中旬气温较低,该时期为果实成熟期和春梢萌芽期;11月中旬至次年4月下旬玉溪积温高于怀化,5月上旬到11月中旬怀化积温高于玉溪。

表3 湖南怀化和云南玉溪不同时期的日平均气温和年平均积温

时期	日平均气温		年平均积温	
	怀化(2015—2020年)	玉溪(2015—2019年)	怀化(2015—2020年)	玉溪(2015—2019年)
全年	17.8	16.9	5886.0	5946.6
01-01至02-20	6.8	10.4	109.1	390.4
02-21至03-20	11.1	15.0	220.2	424.8
03-21至04-30	17.0	17.7	689.9	727.6
05-01至06-10	22.7	21.4	930.3	882.1
06-11至07-20	26.7	21.8	1071.7	868.8
07-21至09-20	27.2	20.6	1685.1	1278.1
09-21至11-20	17.8	16.7	1063.3	1015.9
11-21至12-31	8.1	11.0	116.5	358.8

不同时期2个区域气温比较,上半年玉溪温度比怀化的高,而下半年玉溪温度比怀化的低,全年温度变化较怀化平稳。

从表4和图3可以看出,怀化和玉溪两地的年降水量和降水期分布有明显差异。玉溪降水强度小,全年分布较为均匀;怀化降水主要集中在夏季,强度大。怀化产区年降水量1450.3mm左右,其中11月至次年3月降水量较少,4—7月中旬降水量大,降水量大的时期冰糖橙果实发育处于细胞分裂末期和果实膨大初期;玉溪产区年降水1032.1mm左右,较怀化产区少约28.8%,其中12月至次年2月降水量较少,3月降水极少,7—9月降水量较大,降水量较大的时期冰糖橙果实发育处于膨大期。

表4 湖南怀化和云南玉溪产区不同时期的降水量

Table 4 The rainfall precipitation in different developing period between Huaihua area of Hunan Province and Yuxi area of Yunnan Province

时期	降水量/mm	
	怀化(2015—2020年)	玉溪(2015—2017年)
全年	1450.3	1032.1
01-01至02-20	112.1	55.5
02-21至03-20	100.0	6.3
03-21至04-30	184.9	76.4
05-01至06-10	285.8	80.4
06-11至07-20	328.1	240.4
07-21至09-20	195.4	353.2
09-21至11-20	175.9	172.5
11-21至12-31	68.3	47.4

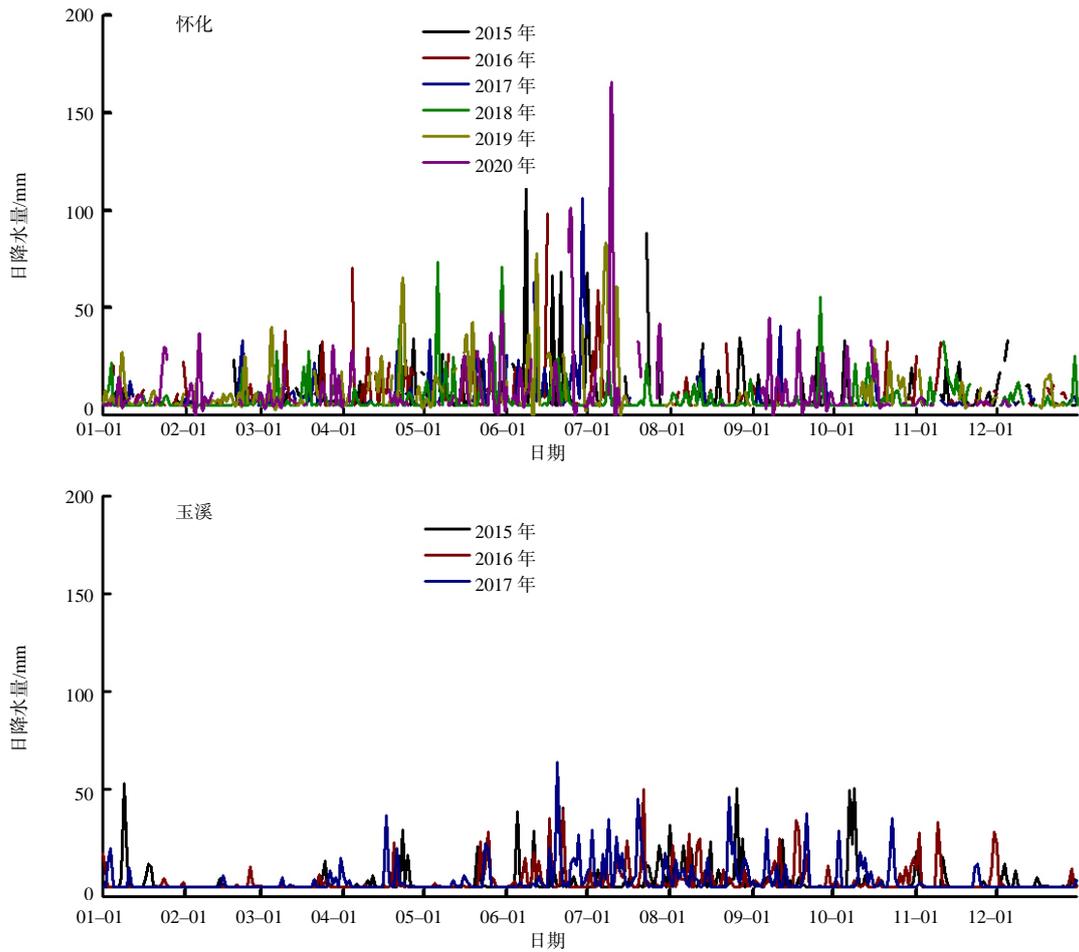


图 3 近年湖南怀化和云南玉溪年降水分布情况

Fig.3 Distribution of annual rainfall between Huaihua area of Hunan Province and Yuxi area of Yunnan Province in recent years

2.4 洪江和华宁产区冰糖橙物候期和单产及水分利用效率比较

从表 5 可以看出，华宁冰糖橙物候期整体上比洪江早 30 d 左右，果实发育时间较洪江更长。华宁冰糖橙春梢于 1 月中旬萌芽，而洪江冰糖橙在 3 月上旬萌芽，华宁冰糖橙萌芽期比怀化早 40 d。洪江冰糖橙盛花期到 4 月中下旬，比华宁的晚 30 d 左右。华宁冰糖橙 3 月中旬发生第一次生理落果，洪江冰

糖橙 5 月才开始生理落果。华宁冰糖橙果实膨大期持续时间明显比洪江冰糖橙更长。华宁冰糖橙在 11 月上、中旬大规模采收，洪江冰糖橙在 11 月下旬至 12 月上旬才进入采收期。果实大小发育形成主要在现蕾期至成熟期，华宁产区冰糖橙可从 1 月中、下旬持续发育至 12 月上、中旬，而洪江产区冰糖橙从 3 月上旬发育至 11 月中旬。整体上华宁产区冰糖橙发育时间要比洪江产区长 1 个月左右。

表 5 湖南洪江和云南华宁冰糖橙的物候期

Table 5 The phenological stages of 'Bingtang' sweet orange in Huaihua area of Hunan Province and Yuxi area of Yunnan Province

产区	春梢萌芽期	花期	生理落果期	果实膨大期	成熟期	采收期
华宁	1月中旬至3月上旬	1月中下旬至3月下旬	3月中旬至5月下旬	5月上旬至10月上旬	10月上旬至12月上、中旬	11月上、中旬
洪江	3月上旬至4月中旬	4月上旬至4月底	5月中旬至7月中旬	5月下旬至10月下旬	10月下旬至11月中旬	11月下旬至12月上旬

从表 6 可以看出，华宁冰糖橙的水分利用效率高于洪江产区。云南华宁冰糖橙产量为 2604.8 kg/(667 m²)，比洪江的(1192.8 kg/(667 m²))高。以年

降水量为基准，云南华宁产区冰糖橙水分利用效率为 3.78 kg/((667 m²)·mm)，高于湖南洪江的 1.23 kg/((667 m²)·mm)。

表6 湖南洪江和云南华宁冰糖橙的水分利用效率
Table 6 The water use efficiency of 'Bingtang' sweet orange in Huaihua area of Hunan Province and Yuxi area of Yunnan Province

产区	产量/ kg·(667 m ²) ⁻¹	年平均降水量/ mm	水分利用效率/ kg·(667 m ²) ⁻¹ ·mm ⁻¹
洪江	1192.8	1450.3	1.23
华宁	2604.8	1032.1	3.78

3 结论与讨论

近年来,中国柑橘种植面积和产量逐年上升,但也存在品质瓶颈等一系列问题^[19-21]。湖南冰糖橙主产区存在老果园柑橘树势衰弱、冰糖橙果实小、大小不均一等问题。温度是果树生命活动最基本的生态因子,它决定果树的生存、生长、产量形成和品质^[22]。较高的温度有利于柑橘生长发育,10℃是喜温作物生长发育的起始温度,在一定范围内气温升高,对柑橘果实品质有积极作用^[23];同时,成熟期充足的光热资源和显著的昼夜温差有利于果实积累有机物,促进果实着色^[24-25]。冬季高积温不利于花芽分化,春季较高温度有利于提早抽梢开花^[26-27]。本研究结果显示,华宁冰糖橙平均单果质量为147.56~159.80 g,显著大于洪江冰糖橙的单果质量(106.68~109.41 g),果实横纵、纵径也均显著大于洪江冰糖橙的。究其原因,华宁产区周年温差波动较小,全年日均温大多低于10℃,而高于25℃的极端高温天数极少,光热资源优势较强,物候期比洪江明显提前,果实和枝梢发育时间延长,更有利于冰糖橙树体和果实的发育。云南玉溪周年温度变化不大,冬、春季积温高,枝梢和果实生长发育期长,冰糖橙果实发育与这些因素关系密切。

在果实膨大期,充足的雨水供应和适宜平稳的温度有利于柑橘果实大小的形成。果实大小是果实品质的重要组成部分,直接影响果实的产量形成和商品性能。果实的大小由构成果实的细胞数目、细胞大小和细胞间隙决定^[28]。水分是影响果树生长发育、产量和果实品质稳定的重要因素之一^[29-30],在没有额外灌溉的情况下,降雨是果树需水的主要来源,柑橘果实发育尤其是果实膨大期需要充足的水分,以满足果实膨大的需求。谢远玉等^[31]研究证实,柑橘果实生长期间的降水量、气温等气象因子与柑橘果实增长量呈正相关。本研究中,在冰糖橙果实

处于膨大期的7—9月,怀化和玉溪两地积温相差不大,但怀化地区在果实膨大期容易发生季节性干旱,而玉溪产区果实膨大期有明显的雨水过程;汁胞分析结果显示,两地果实单个囊瓣汁胞数量差异不大,但华宁冰糖橙单个汁胞体积(22.07 mm³)显著大于洪江冰糖橙的(16.62 mm³)。究其原因,可能是云南玉溪产区果实膨大期降水较多,汁胞充分吸水膨大,使得华宁冰糖橙果实单果体积、囊瓣和汁胞体积均显著大于洪江的。基于中国柑橘产区的实际情况,年降水量大是南方柑橘作物水分利用效率较低的重要原因。云南地处中国西南,地理、地貌的复杂性使该区域降水有明显的区域性特征^[32-34]。本研究中,云南华宁柑橘产区年总降水量较洪江产区少约28.8%,但大多都集中在7—9月,使得最终华宁冰糖橙水分利用效率3.78 kg/((667 m²)·mm)高于洪江冰糖橙的。果实膨大期降水较多是华宁产区水分利用效率较高的重要原因。注重果实膨大期的水分供给,提高冰糖橙果实膨大期水分利用效率,是促进冰糖橙果实产量和果实品质提升的重要途径。

独特的气候条件是云南冰糖橙产业的优势。玉溪产区周年温度变化不大,物候期整体提前,树体和果实发育期长,生长量大,这些有利的条件使冰糖橙能够稳定生长,在果实大小方面优势显著。相较于玉溪产区,湖南怀化产区在周年光照、气温、降水等自然环境条件方面有明显不足,包括上半年雨水分配过多,降水与温度同期上升,夏、秋季节干旱十分明显等。基于湖南产区的气候特点,可通过适当的肥水管理,尤其是加强7—9月季节性干旱期水肥供给管理,增强树体发育,促进果实膨大,以确保冰糖橙果实产量和品质形成。

参考文献:

- [1] 阳国胜,杨永耀,龙立长,等. 安江“物种天堂”与世界柑桔栽培起源[J]. 中国果业信息, 2019, 36(6): 18-24.
- [2] 孙太权,孙太安. 基于历史资料的怀化柑桔产区冻害分析与防御途径探讨[J]. 热带农业科技, 2020, 43(4): 41-46.
- [3] 孙太安,孙太权,胥雯,等. 供给侧改革视角下怀化柑桔产业现实困境及应对策略[J]. 中国热带农业, 2020(1): 25-28.
- [4] 赵世经. 冰糖橙的发现及其名称的由来[J]. 中国南方果树, 2011, 40(3): 93.
- [5] 杨名和,张朝雄,曾庆华. 永兴冰糖橙的主要特性及栽培技术[J]. 湖南农业科学, 2005(6): 26-28.

- [6] 王士勇. 冰糖橙速生高产优质栽培技术[J]. 中国南方果树, 2006, 35(2): 9-10.
- [7] 鲁纪鸣, 秦金建, 陈东来. 怀化地区引进外资发展特优柑桔品种[J]. 中国柑桔, 1988, 17(3): 48.
- [8] 柏斌. 云南·新平县依托现代农业庄园打造全省最大的冰糖橙庄园[J]. 中国果业信息, 2013, 30(10): 53-54.
- [9] 李有芳. 云南玉溪柑橘土壤养分和树体营养状况研究[D]. 重庆: 西南大学, 2019.
- [10] 杨云光, 范桂萍, 李竑阳, 等. 云南省玉溪市 2020 年柑桔产销形势分析[J]. 中国果业信息, 2020, 37(12): 33-35.
- [11] 桂瑶, 胡军华, 张蓉, 等. 云南玉溪冰糖橙果斑病致病菌的鉴定及室内药剂筛选[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2020, 46(3): 324-330.
- [12] 赵自荣. 怀化“黔阳”冰糖橙营销策略研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2020.
- [13] 李娜, 李大志, 何建明, 等. 柑橘新品种“黔阳冰糖脐橙”的选育[J]. 果树学报, 2020, 37(1): 140-143.
- [14] 刘艳芝, 戴素明, 曹水华, 等. 永兴冰糖橙产业现状分析及发展思考[J]. 湖南农业科学, 2020(9): 100-103.
- [15] 曾柏全. 冰糖脐橙的主要性状及遗传分析研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2003.
- [16] 张映南, 李润唐, 谷洪源. 冰糖橙低产劣质的原因及对策[J]. 中国南方果树, 2001, 30(1): 8-10.
- [17] 周铁, 马小川, 唐超兰, 等. 果实膨大期干旱对冰糖橙果实品质的影响[J]. 南方农业学报, 2020, 51(10): 2507-2514.
- [18] 高福洁, 崔鸿娇, 韩丙芳, 等. 亏缺灌溉对干旱区两种乡土植物种子生产性能及其水分利用效率的影响[J]. 应用生态学报, 2022, 33(9): 2379-2387.
- [19] 崔晓娟, 王宝, 姚秀奎. 2016 年 1 月 23—25 日玉溪首场强降温、雨雪天气过程分析[J]. 云南地理环境研究, 2016, 28(2): 73-78.
- [20] 祁春节, 邓秀新. 当前我国柑桔产业发展面临的重大问题和对策措施[J]. 中国果业信息, 2016, 33(12): 9-11.
- [21] 李旭. 减氮施肥对柑橘树体氮素含量、果实品质产量和氮肥利用的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2020.
- [22] 刘静波, 刘芳清, 张晓杰, 等. 湖南典型区域柑橘产业发展研究[J]. 湖南农业科学, 2020(11): 77-80.
- [23] 林淑玲. 生态因子对蓝靛果妨冬生长发育及果实品质影响的初步研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2003.
- [24] 何震, 鲜铁军, 王国琴. 近 30 年气温变化对四川南充柑橘产业的影响[J]. 果树实用技术与信息, 2018(7): 25-27.
- [25] 彭婷. 不同覆盖方式和施氮水平对苹果树营养生长和果实品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [26] 韩昌焯, 曹兵, 万仲武, 等. 设施栽培灵武长枣成熟期两种昼夜温差处理下果实着色与营养品质比较[C]//中国园艺学会 2018 年学术年会论文摘要集. 青岛: 中国园艺学会, 2018: 2545.
- [27] 付崇毅, 刘杰才, 崔世茂, 等. 低温对日光温室砂糖橘成花诱导及生理反应的影响[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(5): 572-579.
- [28] 于越, 安万祥, 董德祥, 等. 柑橘花芽分化研究进展[J]. 中国果菜, 2019, 39(9): 53-56.
- [29] 高冬华. 土壤水分对红富士苹果果实品质的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 2009.
- [30] 潘斌. 干旱胁迫对温州蜜柑水分吸收分配及果实品质形成的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2019.
- [31] 谢远玉, 赖晓桦, 陈颖, 等. 柑橘果实生长与生态气象条件的关系[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(2): 222-225.
- [32] 孙系巍, 汤丹, 李峰, 等. 主要气象因子对冰糖橙果实品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2015(5): 77-80.
- [33] 王露霞. 干旱区滴灌旱稻水分利用效率研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2021.
- [34] 史悦. 云南降水的气候变化特征及主要成因研究[D]. 昆明: 云南大学, 2018.

责任编辑: 毛友纯
英文编辑: 柳正