

鲍丽然,李 瑜,王佳彬,等. 万州玫瑰香橙果实品质与树体营养水平[J]. 江苏农业科学,2021,49(16):168-173.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.16.031

万州玫瑰香橙果实品质与树体营养水平

鲍丽然,李 瑜,王佳彬,罗 恺,何向阳

(重庆土地质量地质调查重点实验室/重庆市地质矿产勘查开发局川东南地质大队,重庆 400030)

摘要:为了解重庆市万州区甘宁镇玫瑰香橙果实品质和树体营养状况,分析玫瑰香橙果实基本品质、生物活性物质和矿质元素特征,并评价叶片矿质元素丰缺水平。结果表明,玫瑰香橙单果质量较小,种子数较少;果实的可溶性固形物含量、固酸比、可食率均达到鲜柑橘优等果要求,并且固酸比、维生素 C 含量明显高于一般血橙;果肉富含花青素、类黄酮、类胡萝卜素等生物活性物质和 K、Fe 等多种矿质元素。玫瑰香橙叶片中 N、P、Fe 等元素较丰富,K、Cu、Zn 等元素较缺乏,Ca、S、Mn、B、Mo 等元素的含量适中。

关键词:玫瑰香橙;基本品质;矿质元素;树体营养;生物活性物质

中图分类号:S666.401 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)16-0168-06

玫瑰香橙,别称塔罗科血橙新系,是中国农业科学院柑桔研究所科研人员由塔罗科血橙优选培育出的特有品种,属于柑橘甜橙类,因果皮、果肉呈玫瑰色且散发玫瑰芳香而得名^[1]。2004 年原产意大利的塔罗科血橙被引进重庆市万州区,当地适宜优越的生态条件培育了玫瑰香橙,其品质性状得到优化,形成了独具玫瑰色、富含花青素和晚熟错季三大特色,被誉为“柑橘皇后”“橙中王者”。万州玫瑰香橙曾先后获得“中国十大柑橘品牌”“中国果品品牌百强”“中国重庆晚熟柑橘节金奖”“地理标

志农产品”称号,甘宁红玫瑰香橙园评被为农业农村部柑橘标准园^[2]。2020 年 2 月 26 日,重庆市万州区玫瑰香橙中国特色农产品优势区被认定为中国特色农产品优势区(第三批)。

本研究样品采于玫瑰香橙原产地重庆市万州区甘宁镇万州国家农业公园(地理位置 30°39'1"~30°41'30"N,108°13'10"~108°17'40"E),涉及甘宁村、永正村、永胜村、仙云村、楠桥村、黑马村、新农村等。地貌类型为川东构造剥蚀丘陵,地形条件复杂,自然坡度较大,海拔高度在 248~657 m 之间。甘宁河穿区而过,除河道中心地带两侧地区地势较为平坦、坡度较缓外,周边地带坡度较大,地形坡度在 0°~79°之间。属亚热带季风湿润带,气候四季分明:冬暖,多雾;夏热,多伏旱;春早,气温回升快而不稳定;秋长,阴雨绵绵;日照充足,降水量充沛,

收稿日期:2020-09-18

基金项目:重庆市国土房管地质调查项目[编号:渝国土房管发(2018)328 号]。

作者简介:鲍丽然(1983—),女,河北石家庄人,硕士,高级工程师,主要从事农业地球化学研究。E-mail:blr1999@163.com。

of NaCl and NaHCO₃ stress on photosynthetic parameters, nutrient metabolism, and the antioxidant system in tomato leaves [J]. Scientia Horticulturae, 2013, 157(3):1-12.

[15] 白友强,陶金华,何 梅,等. 气调贮藏对大蒜鳞茎膜脂过氧化系统的影响[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(1):84-88.

[16] Hu K D, Wang Q A, Hu L Y, et al. Hydrogen sulfide prolongs postharvest storage of fresh-cut pears (*Pyrus pyrifolia*) by alleviation of oxidative damage and inhibition of fungal growth[J]. PLoS One, 2014, 9(1):e85524.

[17] Wang C, Zhang S H, Wang P F, et al. Salicylic acid involved in the regulation of nutrient elements uptake and oxidative stress in *Vallisneria natans* (Lour.) Hara under Pb stress [J]. Chemosphere, 2011, 84(1):136-142.

[18] Lara I, Miró R M, Fuentes T, et al. Biosynthesis of volatile aroma

compounds in pear fruit stored under long-term controlled-atmosphere conditions [J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 29(1):29-39.

[19] 赵世杰,许长城,邹 琦,等. 组织中丙二醛测定方法的改进[J]. 植物生理学通讯, 1994, 30(3):207-210.

[21] Jimenez A, Creissen G, Kular B, et al. Changes in oxidative processes and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening[J]. Planta, 2002, 214(5):751-758.

[22] Wang S Q, Tang J, Hu K D, et al. Antioxidative system in sweet potato root is activated by low-temperature storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2019, 99(8):3824-3833.

[23] Tang J, Wang S Q, Hu K D, et al. Antioxidative capacity is highly associated with the storage property of tuberous roots in different sweetpotato cultivars[J]. Scientific Reports, 2019, 9(1):11141.

天气温和,无霜期长,霜雪稀少。土壤类型为中性紫色土、钙质紫色土和水稻土。出露地层为侏罗系沙溪庙组,主要岩性为泥岩、砂岩、粉砂岩。

本研究从玫瑰香橙果实外在品质、内在品质理化指标(出汁率、可食率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、固酸比、总糖含量、维生素 C 含量)、生物活性物质含量、矿质元素含量等多方面分析果实品质,并评价树体(叶片)矿质元素营养水平,以期为

更准确全面了解玫瑰香橙品质、更科学地培育玫瑰香橙提供依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

在重庆市万州区甘宁镇玫瑰香橙种植区较均匀布设 35 个样点(图 1),采集香橙果实及叶片样品,采样时间为 2019 年 2 月。

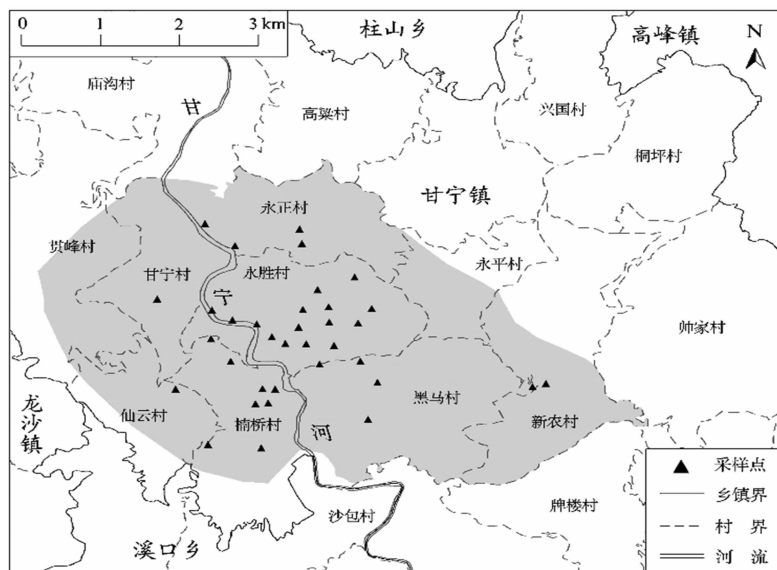


图1 玫瑰香橙采样点分布

选择健康生长、树形、树势、结果量相对一致的植株进行样品采集。每个采样点选择 3~5 棵植株,按树冠上中部不同方向随机采摘果实 40~50 个,组成 1 份分析样品,样品质量为 5 kg,共计 35 份样品,装入样袋及时送中国农业科学院柑桔研究所进行检测。同点位采集叶片样品,沿树冠中部外侧的东南西北 4 个方向,均匀采集顶部向下的第 3 张完整无病虫害的春梢营养枝叶片,每株采集叶片样品 12~15 张,每 3~5 株组成 1 个混合样。

1.2 样品测试

均匀选择 15 份果实样品测定基本品质、生物活性物质含量,选择 35 份样品测定其矿质元素含量。

果实品质测定:果实单果质量用电子天平(精度为 0.01 g)测定;果实横径、纵径及果皮厚度用游标卡尺测定;果实的形状、色泽、种子数等直接目测。按照 GB/T 8210—2011《柑橘鲜果检验方法》,可食率、出汁率采用电子天平测量计算,可溶性固形物含量采用手持糖量计测定,可滴定酸含量采用 NaOH 滴定法测定,总糖(以还原糖计)含量测定参照 GB 5009.7—2016《食品安全国家标准 食品中

还原糖的测定》,维生素 C 含量测定参照 GB 5009.86—2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定方法》。果肉中生物活性物质类黄酮、花青素、类胡萝卜素含量等用高效液相色谱仪测定。果肉、叶片中矿质元素含量测定:采用凯氏定氮法测定氮(N)含量;采用等离子体光谱法测定磷(P)、钾(K)、硫(S)、钙(Ca)、镁(Mg)、铁(Fe)含量;采用等离子体质谱法测定锌(Zn)、铜(Cu)、钼(Mo)、锰(Mn)、硼(B)含量。

1.3 柑橘果实品质和叶片养分分级标准

玫瑰香橙果实品质参照 GB/T 12947—2008《鲜柑橘》中甜橙类果实品质理化指标分等标准见表 1。叶片养分参照文献[3]中柑橘叶片营养诊断分级标准见表 2。

表 1 柑橘甜橙类理化指标分等标准

等级	可溶性固形物含量(%)	总酸含量(%)	固酸比	可食率(%)
优等果	≥10.5	≤0.9	≥11.6	≥70
一等果	≥10.0	≤0.9	≥11.1	≥65
二等果	≥9.5	≤1.0	≥9.5	≥65

表 2 重庆市柑橘叶片营养元素分级标准

分级	N 含量 (%)	P 含量 (%)	K 含量 (%)	Ca 含量 (%)	Mg 含量 (%)	S 含量 (%)	Fe 含量 (mg/kg)	Mn 含量 (mg/kg)	Zn 含量 (mg/kg)	Cu 含量 (mg/kg)	B 含量 (mg/kg)	Mo 含量 (mg/kg)
极缺	<2.20	<0.10	<0.70	<1.60	<0.20	<0.14	<35	<18	<18	<4	<20	<0.05
偏低	2.20~2.50	0.10~0.12	0.70~1.00	1.60~3.00	0.20~0.30	0.14~0.20	35~60	18~25	18~25	4~6	20~35	0.05~0.10
适宜	2.50~2.80	0.12~0.16	1.00~1.50	3.00~5.00	0.30~0.50	0.20~0.40	60~120	25~100	25~100	6~16	35~100	0.10~2.00
偏高	2.80~3.00	0.16~0.30	1.50~2.00	5.00~7.00	0.50~0.70	0.40~0.50	120~200	100~300	100~200	16~20	100~200	2.00~50.00
过量	>3.00	>0.30	>2.00	>7.00	>0.70	>0.50	>200	>300	>200	>20	>200	>50.00

2 结果与分析

2.1 玫瑰香橙基本品质分析

2.1.1 外在品质 分析了玫瑰香橙的单果质量、横径、纵径、果皮厚度、果形指数、种子数等外在品质,见表 3。研究区玫瑰香橙单果质量变化范围为 109.90~228.00 g,平均值为 169.99 g;横径变化范围为 56.50~75.0 mm,平均值为 67.76 mm;纵径变

化范围为 57.50~74.50 mm,平均值为 65.97 mm;果皮厚度变化范围为 2.60~4.50 mm,平均值为 3.70 mm;果形指数变化范围为 0.94~1.12,平均值为 0.98;种子数变化范围为 0.00~3.40 粒,平均值为 1.07 粒。15 份玫瑰香橙果面色泽均呈现橙红黄色,斑点少于 4 个或 6 个;参照 GB/T 12947—2008《鲜柑橘》标准,玫瑰香橙果实外在品质优等果有 2 份,一等果有 8 份,二等果有 5 份。

表 3 玫瑰香橙外在品质特征

样号	单果质量 (g)	横径 (mm)	纵径 (mm)	果皮厚度 (mm)	果形指数	种子数 (粒)	色泽及斑点	等级
xc001	165.25	68.64	65.01	4.03	0.95	0.13	橙红黄,斑点少于 6 个	二等
xc004	185.76	69.06	70.38	3.65	1.02	1.50	橙红黄,斑点少于 6 个	二等
xc005	153.50	66.31	62.80	3.38	0.95	1.63	橙红黄,斑点少于 4 个	一等
xc006	177.10	70.80	66.30	3.30	0.94	1.60	橙红黄	优等
xc007	109.90	56.50	57.50	2.60	1.02	3.40	橙红黄,斑纹少于 4 个	一等
xc010	145.61	65.13	63.30	4.10	0.97	1.00	橙红黄,斑点少于 6 个	二等
xc014	163.90	66.90	64.10	3.60	0.96	0.30	橙红黄,斑纹少于 4 个	一等
xc015	127.78	59.66	66.69	3.49	1.12	0.00	橙红黄,斑点少于 6 个	二等
xc016	194.81	71.20	68.50	4.31	0.96	0.00	橙红黄,斑点少于 4 个	一等
xc017	228.00	75.00	74.50	3.90	0.99	0.00	橙红黄	优等
xc019	180.49	70.15	67.18	4.50	0.96	1.25	橙红黄,斑点少于 6 个	二等
xc022	222.70	74.20	70.40	3.60	0.95	0.50	橙红黄,斑纹少于 4 个	一等
xc028	124.70	61.00	58.40	3.70	0.96	2.30	橙红黄,斑纹少于 4 个	一等
xc032	201.40	73.60	69.00	4.40	0.94	0.30	橙红黄,斑纹少于 4 个	一等
xc035	169.01	68.19	65.46	2.91	0.96	2.13	橙红黄,斑点少于 4 个	一等
平均值	169.99	67.76	65.97	3.70	0.98	1.07		

2.1.2 内在品质 从表 4 可见,万州玫瑰香橙出汁率变化范围为 52.90%~62.23%,平均值为 57.58%;可食率变化范围为 70.43%~77.38%,平均值为 73.93%;可溶性固形物含量变化范围为 10.70%~14.70%,平均值为 12.41%;可滴定酸含量变化范围为 0.53%~0.96%,平均值为 0.73%;固酸比变化范围为 12.39~21.25,平均值为 17.32;总糖含量变化范围为 9.41%~13.11%,平均值为 11.05%;

维生素 C 含量变化范围为 49.81~70.46 mg/100 g,平均值为 60.56 mg/100 g。根据 GB/T 12947—2008《鲜柑橘》甜橙类内在品质指标的要求,研究区全部玫瑰香橙样品的可溶性固形物含量、固酸比、可食率均符合优等果要求;2 份样品的可滴定酸含量分别为 0.92%、0.96%,略高于优等果标准,其他样本均符合要求。总体而言,研究区玫瑰香橙的内在品质指标基本达到鲜柑橘优等果的要求。

表 4 研究区玫瑰香橙内在品质基本指标含量

项目	出汁率 (%)	可食率 (%)	可溶性固形物 含量(%)	可滴定酸 含量(%)	固酸比	总糖含量 (%)	维生素 C 含量 (mg/100 g)
含量范围	52.90 ~ 62.23	70.43 ~ 77.38	10.70 ~ 14.70	0.53 ~ 0.96	12.39 ~ 21.25	9.41 ~ 13.11	49.81 ~ 70.46
平均值	57.58 ± 2.61	73.93 ± 2.14	12.41 ± 1.30	0.73 ± 0.12	17.32 ± 2.99	11.05 ± 1.21	60.56 ± 8.43
变异系数	0.05	0.03	0.11	0.17	0.17	0.11	0.14
优等果比例(%)		100.0	100.0	86.7	100.0		

2.2 玫瑰香橙生物活性物质分析

类黄酮、类胡萝卜素、花青素是玫瑰香橙果肉中重要的生物活性物质,可以参与人体新陈代谢、调节相关生理活动、有益人体健康^[4-6]。由表 5 可知,研究区玫瑰香橙果肉中共检测出圣草次苷、芸香柚皮苷、橙皮苷、香风草苷、甜橙黄酮、川皮苷等 6 种类黄酮物质。类黄酮总含量范围为 1 660.21 ~ 2 595.96 mg/kg,平均值为 1 978.80 mg/kg。圣草次苷含量范围为 2.93 ~ 6.86 mg/kg,平均值为 4.54 mg/kg;芸香柚皮苷含量范围为 149.41 ~ 459.30 mg/kg,平均值为 232.71 mg/kg;橙皮苷含量范围为 1 327.46 ~ 2 210.22 mg/kg,平均值为 1 640.90 mg/kg;香风草苷含量范围为 72.69 ~ 168.33 mg/kg,平均值为 100.05 mg/kg;甜橙黄酮含量范围为 0.13 ~ 0.66 mg/kg,平均值为 0.27 mg/kg;川皮苷含量范围为 0.15 ~ 1.17 mg/kg,平均值为 0.33 mg/kg。在 6 种类黄酮中,橙皮苷含量最高,占总量的 82.92%。

玫瑰香橙果肉中共检测出叶黄素、玉米黄质、 β -隐黄素、 α -类胡萝卜素、 β -类胡萝卜素等 5 种类胡萝卜素(表 5)。类胡萝卜素总量含量范围为 2.00 ~ 4.45 mg/kg,平均值为 2.78 mg/kg。叶黄素含量变化范围在 0.16 ~ 0.38 mg/kg 之间,平均值为 0.25 mg/kg;玉米黄质含量变化范围在 0.28 ~ 0.94 mg/kg 之间,平均值为 0.56 mg/kg; β -隐黄素含量变化范围在 1.02 ~ 3.18 mg/kg 之间,平均值为 1.83 mg/kg; α -类胡萝卜素含量变化范围在 0.02 ~ 0.06 mg/kg 之间,平均值为 0.04 mg/kg; β -类胡萝卜素含量变化范围在 0.07 ~ 0.17 mg/kg 之间,平均值为 0.11 mg/kg。在 5 种类胡萝卜素中, β -隐黄素含量最高,占总量的 65.83%。

花青素在柑橘类中仅存在于血橙品种中,常见的花青素有天竺葵色素、矢车菊色素、飞燕草色素、芍药色素、矮牵牛色素和锦葵色素等 6 种,矢车菊色素分布最广泛^[7]。研究区玫瑰香橙果肉检测出了矢车菊色素(表 5),其含量变化范围在 0.00 ~ 12.58 mg/kg

之间,平均值为 4.96 mg/kg。富含花青素是玫瑰香橙一项重要特色。

表 5 万州玫瑰香橙果肉类黄酮、花青素、类胡萝卜素含量特征

种类	物质	含量范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	变异 系数
类黄酮	圣草次苷	2.93 ~ 6.86	4.54 ± 0.96	0.21
	芸香柚皮苷	149.41 ~ 459.30	232.71 ± 73.53	0.32
	橙皮苷	1 327.46 ~ 2 210.22	1 640.90 ± 228.92	0.14
	香风草苷	72.69 ~ 168.33	100.05 ± 25.51	0.26
	甜橙黄酮	0.13 ~ 0.66	0.27 ± 0.13	0.50
	川皮苷	0.15 ~ 1.17	0.33 ± 0.26	0.79
	总含量	1 660.21 ~ 2 595.96	1 978.80 ± 236.69	0.12
花青素	矢车菊色素	0.00 ~ 12.58	4.96 ± 3.67	0.74
类胡萝卜素	叶黄素	0.16 ~ 0.38	0.25 ± 0.07	0.27
	玉米黄质	0.28 ~ 0.94	0.56 ± 0.19	0.34
	β -隐黄素	1.02 ~ 3.18	1.83 ± 0.61	0.33
	α -类胡萝卜素	0.02 ~ 0.06	0.04 ± 0.01	0.32
	β -类胡萝卜素	0.07 ~ 0.17	0.11 ± 0.03	0.25
	总量	2.00 ~ 4.45	2.78 ± 0.72	0.26

2.3 玫瑰香橙矿质元素分析

矿质元素是构成人体组织、维持生理功能、生化代谢所必需的。玫瑰香橙果肉主要矿质元素含量见表 6。常量元素含量由高至低依次为 K > Ca > P > Mg > S;微量元素含量由高至低依次为 Fe > B > Zn > Mn > Cu > Se。常量元素中 K 含量最高,微量元素中 Fe 含量最高,这与李云仙等对柑橘类矿质元素的研究结果^[8-9]一致。K 对维持机体的正常功能非常重要,主要存在于人体骨骼和肌肉中,人体一旦缺 K,正常的运动就会受到影响。Fe 是人体细胞的必需成分,它参与血红蛋白的生成以及细胞色素和各种酶的合成,在血液中起到运输和携带营养物质的作用,如果缺铁人就会发生缺铁性的贫血。万州玫瑰香橙在补充人体内 K、Fe 等矿质元素方面有重要作用。

2.4 玫瑰香橙叶片矿质元素分析

研究区玫瑰香橙叶片主要矿质元素含量及丰缺比例见表 7。大量元素 N 含量范围为 2.10% ~ 3.12%,适宜和偏高比例较高,均为 40%;P 含量范

表 6 万州玫瑰香橙矿质元素含量

项目	元素	变化范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	变异 系数
常量元素	P	210 ~ 390	290 ± 40	0.13
	K	1 600 ~ 3 000	2 100 ± 250	0.12
	Ca	190 ~ 790	390 ± 140	0.36
	Mg	104 ~ 184	140 ± 18	0.13
	S	90 ~ 170	140 ± 20	0.13
微量元素	Cu	0.2 ~ 0.72	0.45 ± 0.14	0.32
	Zn	0.74 ~ 2.6	1.17 ± 0.36	0.3
	Fe	1.14 ~ 3.5	1.97 ± 0.51	0.26
	Mn	0.33 ~ 0.93	0.55 ± 0.16	0.3
	B	0.61 ~ 1.95	1.30 ± 0.33	0.25
	Se	0.001 1 ~ 0.005 8	0.002 6 ± 0.001 0	0.45

围为 0.14% ~ 0.37% ,适宜和偏高比例较高,分别

表 7 玫瑰香橙叶片矿质元素含量及丰缺状况

项目	元素	含量特征			丰缺比例(%)				
		变化范围	平均值	变异系数	极缺	偏低	适宜	偏高	过量
大量元素(%)	N	2.10 ~ 3.12	2.76 ± 0.28	0.10	10	0	40	40	10
	P	0.14 ~ 0.37	0.19 ± 0.067	0.35	0	0	50	40	10
	K	0.61 ~ 1.59	0.94 ± 0.28	0.30	10	60	20	10	0
中量元素(%)	Ca	1.38 ~ 4.49	3.70 ± 0.913	0.25	0	10	90	0	0
	S	0.25 ~ 0.40	0.33 ± 0.042	0.13	0	0	100	0	0
微量元素(mg/kg)	Fe	12.2 ~ 389.0	229.3 ± 129.19	0.56	20	0	0	10	70
	Mn	17.68 ~ 109.28	59.10 ± 36.6	0.62	10	20	50	20	0
	Zn	13.81 ~ 33.64	20.78 ± 5.92	0.28	40	40	20	0	0
	Cu	3.74 ~ 10.22	5.37 ± 1.84	0.34	10	80	10	0	0
	B	29.59 ~ 85.97	55.79 ± 21.63	0.39	0	30	70	0	0
	Mo	0.04 ~ 0.17	0.10 ± 0.038	0.38	10	40	50	0	0

3 讨论与结论

柑橘甜橙类包括普通甜橙、脐橙、血橙三大品系^[10],玫瑰香橙属塔罗科血橙。三峡库区是我国甜橙优势产区,不少学者对库区内甜橙品质进行了研究^[11-14]。朱丽莎等分析了重庆地区主栽甜橙品种果实品质,结果显示甜橙类单果质量平均值为 188.99 g,种子数为 2.76 粒,出汁率为 55.71%,可食率为 72.53%,可溶性固形物含量为 11.37%,可滴定酸含量为 0.70%,固酸比为 18.71,维生素 C 含量为 48.3 mg/100 g;长寿、荣昌、开州等地的塔罗科血橙出汁率为 56.68%,可食率为 74.02%,可溶性固形物含量为 11.19%,可滴定酸含量为 0.79%,固酸比为 14.64,维生素 C 含量为 50.47 mg/100 g^[12]。

为 50%、40%;K 含量范围为 0.61% ~ 1.59%,偏低比例较高,为 60%。中量元素 Ca 含量范围为 1.38% ~ 4.49%,适宜比例较高,为 90%;S 含量范围为 0.25% ~ 0.40%,适宜占 100%。微量元素 Fe 含量范围为 12.2 ~ 389.0 mg/kg,过量比例较高,为 70%;Mn 含量范围为 17.68 ~ 109.28 mg/kg,适宜比例较高,为 50%;Zn 含量范围为 13.81 ~ 33.64 mg/kg,偏低和极缺比例较高,均为 40%;Cu 含量范围为 3.74 ~ 10.22 mg/kg,偏低比例较高,均为 80%;B 含量范围为 29.59 ~ 85.97 mg/kg,适宜比例较高,为 70%;Mo 含量范围为 0.04 ~ 0.17 mg/kg,适宜比例较高,为 50%。总体来看,叶片中大量元素 N、P 适宜或偏高,K 较缺乏;中量元素 Ca、S 适宜,Mg 较缺乏;微量元素 Fe 较高,Mn、B、Mo 适宜,Cu、Zn 较缺乏。

与之相比,本研究中万州玫瑰香橙种子数较少,出汁率、可食率、可溶性固形物含量、维生素 C 含量明显优于甜橙类平均水平,因此就果实品质而言,玫瑰香橙在甜橙中属优势品种。与一般塔罗科血橙相比,玫瑰香橙固酸比、维生素 C 含量优势明显,固酸比提高了 18.31%,维生素 C 含量提高了 19.99%^[12]。柑橘果实成熟过程中,固酸比常用来评价果实风味和成熟度,固酸比高于 15 的果实风味更加甜酸适口,维生素 C 含量较高则营养价值更高,可见,玫瑰香橙果实风味更适宜,营养价值更高。

除常规指标糖、酸、维生素 C 外,生物活性物质和矿质元素等也是影响柑橘果实品质的重要因子。生物活性物质类黄酮、类胡萝卜素是柑橘果实中常见的一种次级代谢产物,在不同品种柑橘果实中,

种类和含量差异较大。研究区玫瑰香橙类黄酮中橙皮苷含量最高,占 82.92%;类胡萝卜素中 β -隐黄素含量最高,占 65.83%。这与张静发现的塔罗科血橙果肉橙皮苷含量占类黄酮类物质总含量的 85.6%, β -隐黄素占类胡萝卜素总含量的 47.15%;晚熟橙类果肉类黄酮以橙皮苷为主,类胡萝卜素以 β -隐黄质为主的研究结果^[14]一致。李勋兰等研究总结得出不同品种柑橘果肉中主要类黄酮化合物皆为橙皮苷^[13]。花青素在柑橘类中是血橙所特有的,花青素具有抗氧化、去除人体自由基、降血糖、预防心血管疾病、增强非特异性免疫等多种保健功效^[7]。张文等研究表明,血橙的花青素并不是在果实一开始发育就存在的,而是在发育的某个阶段才开始合成积累,而后随着血橙果实发育,花青素含量逐渐增加至果实成熟^[6]。因此,血橙果实在长到一定成熟度后,才能提高花青素含量,营养价值更高。果肉中 K、Fe 等矿质元素含量丰富,也是玫瑰香橙不可忽视的营养成分。

均衡施肥是保障柑橘健康生长、果实营养丰富的重要措施^[15],陈亚楠等研究了万州玫瑰香橙园土壤养分状况,为测土配方施肥提供了依据^[16]。果树叶片营养状况也是实施科学施肥的重要依据之一。本研究叶片中大量元素 N、P 营养等级以适量和偏高为主,K 以偏低为主,这与周鑫斌等的研究结果^[17-19]基本一致,可能是由于施用尿素和复合肥料造成的。中量元素 Ca 总体处于适宜水平,而 2011 年 70% 处于偏低水平,结合陈亚楠等发现的土壤中交换性钙高量和过量比例达到 75%,叶片中 Ca 含量升高推测是近几年当地增施了含钙肥料引起的^[16]。微量元素 Fe 养分丰富,Cu、Zn 较缺乏,Mn、Mo 适量,这与周鑫斌等的研究结果^[17-18,20]一致;B 以适量为主,这与朱攀攀等的研究结果^[20]一致,而 2011 年 70% 处于偏低和缺乏水平,在培育过程中可能采取了增施硼肥或初花期喷洒硼酸等措施。

综上所述,万州玫瑰香橙果实品质基本符合鲜柑橘的优等果要求,并且出汁率、可食率、可溶性固形物含量、固酸比、维生素 C 含量均优于甜橙类平均水平,固酸比、维生素 C 含量还高于一般血橙。果肉富含花青素、类黄酮、类胡萝卜素等生物活性物质和 K、Fe 等矿质元素,花青素在柑橘类中是血

橙所独有的。叶片中 N、P、Fe 含量较丰富,Ca、Mn、Mo、B 含量适中,K、Cu、Zn 含量较缺乏。

参考文献:

- [1] 隆昌忆. 三峡库区玫瑰香橙产业发展的现状及对策——以重庆市万州区为例[J]. 中国农业信息,2016(14):154-155.
- [2] 隆昌忆. 万州区玫瑰香橙产业发展现状及对策[J]. 中国果业信息,2016,33(4):9-10.
- [3] 重庆市农业委员会. 柑橘营养诊断配方施肥技术规程:DB50/T 487—2012[S]. 重庆:重庆市质量技术监督局,2012.
- [4] 丁晓波,张 华,刘世尧,等. 柑橘果品营养学研究现状[J]. 园艺学报,2012,39(9):1687-1702.
- [5] 田 明,徐晓云,范 鑫,等. 柑橘中主要类胡萝卜素及其生物活性研究进展[J]. 华中农业大学学报,2015,34(5):138-144.
- [6] 张 文,孔佑涵,李先信,等. 湖南地区塔罗科血橙花青素苷含量研究初报[J]. 亚热带植物科学,2016,45(3):235-237.
- [7] 刘常园,汤 静,赵立艳,等. 花青素的稳定性与功能研究进展[J]. 食品与营养科学,2018,7(1):53-63.
- [8] 李云仙,郑志峰,刘 琳,等. 五种柑橘类水果矿质元素的测定[J]. 食品工业,2016,37(7):281-284.
- [9] 刘 哲. 不同柑橘果实可食部矿质元素分析及膳食营养评价[D]. 重庆:西南大学,2018.
- [10] 周先艳,沈正松,龚 琪,等. 甜橙加工综合利用研究进展[J]. 中国酿造,2015,34(2):13-17.
- [11] 解 发,彭良志,淳长品,等. 纽荷尔和清家脐橙果实大量矿质营养元素含量与累积变化[J]. 中国南方果树,2012,41(1):7-10.
- [12] 朱丽莎,董 超,赵 静,等. 重庆主栽甜橙品种果实品质比较分析[J]. 中国南方果树,2018,47(5):128-135.
- [13] 李勋兰,洪 林,杨 蕾,等. 11 个柑橘品种果实营养成分分析与品质综合评价[J]. 食品科学,2020,41(8):228-233.
- [14] 张 静. 温州蜜柑和几种晚熟柑橘理化品质及功能成分研究[D]. 重庆:西南大学,2019.
- [15] 郭志刚,李冬莲,高鹏钊,等. 均衡营养肥对柑橘果实品质的影响研究[J]. 浙江柑橘,2019,36(2):17-22.
- [16] 陈亚楠,龚 毅,陈明富,等. 万州玫瑰香橙园土壤养分状况分析[J]. 中国南方果树,2020,49(3):23-26.
- [17] 周鑫斌,石孝均,温明霞,等. 三峡重庆库区甜橙叶片矿质营养丰缺状况调查[J]. 园艺学报,2011,38(10):1847-1856.
- [18] 陈 泉,何锦辉,黄仁军,等. 万州塔罗科血橙果园养分现状[J]. 中国南方果树,2019,48(4):14-16.
- [19] 杨江波,张 绩,李俊杰,等. 三峡重庆库区施氮水平对塔罗科血橙树体养分、产量品质及土壤理化性质的影响[J]. 中国农业科学,2019,52(5):893-908.
- [20] 朱攀攀,王 彤,习建龙,等. 重庆地区柑橘叶片的微量元素含量状况[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2019,45(6):617-623.