

温州蜜柑和柠檬及金柑的 花果脱落养分损耗比较^①

王男麒^{1,2}, 彭良志², 冉渝¹, 黄翼²,
周薇², 邢飞², 朱春钊²

1. 西南大学 柑桔研究所/国家柑桔工程技术研究中心, 重庆 400712;
2. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400716

摘要: 以成年兴津温州蜜柑、尤力克柠檬和圆金柑为材料, 研究落蕾、落花和脱落幼果的养分含量及脱落损耗. 结果表明: 3 个品种的落蕾和落花营养元素含量为 N 2.53%~3.43%, P 0.23%~0.30%, K 1.58%~2.25%, Ca、Mg 和 S 含量为 0.15%~0.75%, Fe、Mn、Zn、Cu 和 B 含量为 9.6~66.6 mg/kg. 除落花的 B 含量显著高于落蕾外, 落花和落蕾的多数营养元素含量相近, 且品种间差异小. 与蕾和花相比, 兴津温州蜜柑落果的 N 和 P 含量出现较大幅度下降, 平均下降幅度分别达 10.29% 和 13.85%, Fe 含量上升, 其它营养元素含量变化不明显; 圆金柑脱落幼果所有元素含量及尤力克柠檬脱落幼果 N、K 和 Cu 以外其余元素含量均有不同程度的上升, 且均达到显著差异 ($p < 0.05$). 兴津温州蜜柑、尤力克柠檬和圆金柑单株脱落的蕾、花和幼果总干质量分别为 3 533.6 g、394.3 g 和 122.9 g, 由此所造成的单株主要养分损耗兴津温州蜜柑为 N 119.4 g、P 10.1 g、K 76.2 g、Mg 7.1 g、Zn 81.5 mg 和 B 170.2 mg, 尤力克柠檬和圆金柑分别为 N 10.2 g 和 4.1 g、P 1.0 g 和 0.4 g、K 7.0 g 和 2.4 g、Mg 0.7 g 和 0.3 g、Zn 7.6 mg 和 2.7 mg 和 B 18.64 mg 和 4.0 mg. 兴津温州蜜柑的养分损耗落花 > 落蕾 > 落果, 尤力克柠檬为落果 > 落花 > 落蕾, 圆金柑为落花 > 落果 > 落蕾. 品种间以兴津温州蜜柑脱落的养分损耗最大, 尤力克柠檬其次, 圆金柑最小. 因此, 柑橘多花品种应控制过量开花.

关键词: 柑橘; 花蕾; 花; 幼果; 营养元素

中图分类号: S666

文献标志码: A

柑橘生殖器官蕾、花与果实的大量元素养分含量要高于营养器官根、茎和叶的养分含量, 柑橘落花落果严重, 则大量养分随落花落果而损失, 损耗树体营养, 削弱树势. 花量越大, 落花落果越严重, 养分损耗越大, 降低花质, 最终导致坐果率低, 所谓“花开满树喜盈盈, 遍地落果一场空”^[1-3]. 不同柑橘品种因其花期、花量、开花坐果习性不同而表现出不同的花、果脱落规律^[2, 4-7], 一般认为相同栽培条件下甜橙类和宽皮柑橘类花量远大于柚类、柠檬类和金柑类^[2]. 此外, 不同种类柑橘蕾、花、幼果的营养元素含量也有差异, 所以花果脱落损耗的养分总量也应各不相同. 然而, 长期以来, 国内外对柑橘花和幼果矿质营养方面

① 收稿日期: 2013-08-13

基金项目: 现代农业(柑橘)产业技术体系建设专项; 国家自然科学基金(31201587); 重庆市科委应用开发计划项目(cstc2013yykfA0107)基金资助.

作者简介: 王男麒(1988-), 男, 山东枣庄人, 硕士研究生, 主要从事果树栽培与生理研究.

通信作者: 彭良志, 男, 研究员.

的研究主要集中在花芽分化、脱落机制及其调控、落果的功能性成分、氨基酸、核酸含量变化等领域^[8-15],有关不同柑橘品种蕾、花和幼果脱落的元素损耗则未见报道,多花品种与少花品种花果脱落损耗的异同点尚不明确.因此,本研究以多花品种兴津温州蜜柑、少花品种尤力克柠檬和圆金柑 3 个代表性品种为材料,研究其蕾、花和幼果的脱落规律、营养元素含量及其脱落损耗,以期为不同品种柑橘开花坐果期的养分理论及其生产上的养分管理提供参考.

1 材料与方法

1.1 材料与取样

2012 年,以西南大学柑桔研究所试验果园的 28 年生枳 [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf] 砧兴津温州蜜柑 (*Citrus unshiu* Marc)、10 年生资阳香橙 (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka) 砧尤力克柠檬 [*Citrus grandis* (L.) Osbeck] 和枳 [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf] 砧圆金柑 (*Fortunella japonica* Swingle) 为试验材料,每个品种选择树体大小和花量中等的代表性植株,单株小区,重复 3 次.兴津温州蜜柑树冠直径 3.3~3.6 m,树冠高度 2.4~2.8 m;尤力克柠檬树冠直径 2.6~3.0 m,树冠高度 2.5~2.8 m;圆金柑树冠直径 1.3~1.5 m,树冠高度 1.6~1.8 m.分别于现蕾期和盛花期收集轻轻摇动而刚刚脱落(离层已形成)的落蕾和落花(具有完整花器官,含花梗),置于干净打孔的塑料袋内带回实验室,每株随机收集 300 个落蕾或落花,用于营养元素含量测定.分别收集各试验单株的所有生理落果,混合粉碎后用于落果的营养元素测定.收集方法为:在每株树下用竹竿悬挂 200 目尼龙网承接落蕾、落花和落果,尼龙网宽度延伸至树冠滴水线外 0.7 m,并适度修剪周边柑橘植株,以保证只有所选植株脱落的蕾、花、幼果全部掉入网内.从现蕾后开始,每 1~3 d 收集并统计落蕾、落花和落果(含花梗或果梗)的数量和重量.

1.2 元素测定

1.2.1 样品前处理

现蕾期和盛花期收集的落蕾和落花称鲜质量后,用 2 次纯净水、2 次蒸馏水漂洗 10 s,于 105 °C 恒温杀酶 30 min,再在 75 °C 下烘干至恒重,称干质量后粉碎,置阴凉干燥处保存待测.收集的落果称鲜质量后,用 0.1% 中性洗涤剂液→2 次纯净水→0.2% HCl 浸泡 10 s→2 次纯净水→3 次蒸馏水漂洗,于 105 °C 恒温杀酶 30 min,再在 75 °C 下烘干至恒重后称干质量,将收集的所有落果粉碎后置阴凉干燥处保存待测.

1.2.2 元素测定

N 按照 LY/T 1269-1999 规定,采用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消解法, KDY-9820 凯氏定氮仪(北京通润源机电技术有限责任公司)测定. P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu 和 Zn 按照 LY/T 1270-1999 规定,采用 HNO_3-HClO_4 消解法, P 采用锑钼抗比色法, S 采用 $BaCl_2$ 比浊法,用 TU-9101 双光速紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)分别在 700 nm 和 440 nm 波长下测定; K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu 和 Zn 用 AA-800 原子吸收分光光度计(Perkin Elmer 公司)法测定; B 按照 LY/T 1273-1999 规定,采用干灰化-甲亚胺比色法,在 430 nm 波长下测定.

1.2.3 数据分析

试验数据分析处理工具为 Excel 和 SPSS 18.0 软件, Duncan 法作多重比较.

2 结果与分析

2.1 3 个柑橘品种花蕾、花和幼果的脱落量

图 1 结果显示, 3 个品种中单株平均落蕾、落花和落果量均以兴津温州蜜柑最大, 分别为 15 820.0 个, 43 076.7 个和 8 912.3 个, 其次均为圆金柑, 分别为 875.3 个, 1109.3 个和 1 945.3 个, 最少的均为尤力克柠檬, 分别为 672.3 个, 828.7 个和 965 个. 幼果的生理落果分带果柄脱落的第一次生理落果(FPD)和不带

果柄脱落的第二次生理落果 (SPD), 兴津温州蜜柑 5 月 25 日以前, 尤力克柠檬 5 月 17 日以前, 圆金柑 8 月 3 日以前主要为 FPD, 此后主要为 SPD. 兴津温州蜜柑 FPD 的脱落数量远大于 SPD, 为 37.6 倍; 尤力克柠檬和圆金柑 SPD 的脱落数量远大于 FPD, 分别为 4.1 倍和 1.8 倍, 这种差异可能来源于尤力克柠檬和圆金柑多次开花, 第二次开花与第一次开花的 SPD 时间上重合, 造成养分竞争, 引起 SPD 加剧.

单株平均落蕾、落花和脱落幼果总数, 以兴津温州蜜柑最多, 达 67 809 个/株, 圆金柑其次, 为 3 929.9 个/株, 尤力克柠檬最少, 为 2 466 个/株. 由于各品种花器官和幼果的大小不一致, 相应的脱落总干质量则以兴津温州蜜柑最多, 为 3 533.6 g/株, 尤力克柠檬其次, 为 394.3 g/株, 圆金柑最少, 为 122.9 g/株. 尤力克柠檬花量小, 一是因为其结果母枝有一部分为树冠内膛的弱枝, 二是因为其一年多次开花, 春花只是其中较大的一部分; 圆金柑花量小, 主要是因为树冠较小和一年多次开花. 从各品种的蕾、花和幼果的脱落数量百分比看, 兴津温州蜜柑为

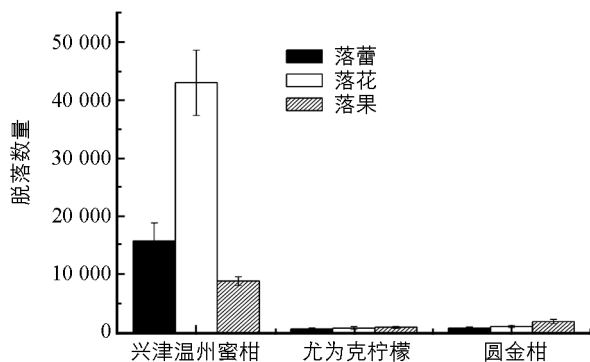


图 1 不同柑橘种类落蕾、落花和落果的数量百分比

落花 > 落蕾 > 落果, 尤力克柠檬和圆金柑为落果 > 落花 > 落蕾. 果实采收时的单株采果量和最终座果率, 兴津温州蜜柑分别为 346 个/株和 0.51%; 尤力克柠檬分别为 154 个/株和 5.88%; 圆金柑分别为 59 个/株和 1.50%. 相关性分析结果显示, 柑橘最终座果率与总花蕾量极显著负相关, 相关系数为 -0.817 , 说明花量越大, 落花落果越严重, 可能是由于花量大, 养分消耗过大, 畸形蕾和畸形花比例高, 导致前期落蕾、落花多, 后期幼果脱落多.

2.2 3 个柑橘品种的落蕾、落花和脱落幼果的矿质营养元素含量

2.2.1 落蕾和落花的矿质营养元素含量

表 1 结果表明: 在试验的 3 个品种中, 落蕾的营养元素含量为 N 2.68%~3.37%, P 0.24%~0.28%, K 1.90%~2.25%, Ca, Mg 和 S 含量在 0.16%~0.75% 之间, 除 Mo 之外的 5 种微量元素含量在 9.6~61.1 mg/kg 之间. 兴津温州蜜柑落蕾中的 N, K, Mg, Fe, Mn, Zn 和 B 含量三者间最高, 尤力克柠檬落蕾的 Ca 含量三者间最高, 圆金柑落蕾的 P, S 和 Cu 含量三者间最高.

落花中的营养元素含量为 N 2.53%~3.43%, P 0.23%~0.30%, K 1.58%~2.13%, Ca, Mg 和 S 含量在 0.15%~0.66% 之间, 5 种微量元素含量在 9.6~66.6 mg/kg 之间. 兴津温州蜜柑落花中的 N, P, K, Mg, Fe, Zn 和 B 含量三者间最高, 尤力克柠檬落花的 Ca 含量三者间最高, 圆金柑落花的 S, Mn 和 Cu 含量三者中最高. 与落蕾相比, 各品种落花中的 K 和 Ca 含量均略微下降, B 元素含量显著提高, 各品种的提高幅度为兴津温州蜜柑 37.31%, 尤力克柠檬 31.82%, 圆金柑 11.74%; B 含量的提高可能与 B 参与花粉管萌发、受精, 在子房和花柱积累有关^[3]; 单性结实的纽荷尔脐橙和兴津温州蜜柑由于花前 IAA 含量高, IAA 促进 B 的吸收也有一定的关系^[16-18]. 3 个品种落花中的其余几种营养元素含量与落蕾中相应元素含量相近, 多数无显著差异.

2.2.2 脱落幼果中的矿质营养元素含量

3 个品种脱落幼果中的营养元素含量为 N 2.47%~3.05%, P 0.22%~0.24%, K 1.73%~2.14%, Ca, Mg 和 S 含量在 0.13%~0.49% 之间, 5 种微量元素含量在 5.9~87.5 mg/kg 之间. 在 3 个品种中, 圆金柑脱落幼果的 N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn 和 Cu 含量三者中最高, 且大部分元素含量显著高于另两个品种落果的含量 ($p < 0.05$); 兴津温州蜜柑脱落幼果中的 Fe 含量三者中最高, 尤力克柠檬脱落幼果中的 B 含量三者中最高.

与落蕾和落花相比, 圆金柑脱落幼果中所有元素含量及尤力克柠檬脱落幼果除 Fe 外其余元素含量以

及尤力克柠檬脱落幼果中 P, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn 和 B 含量均有不同程度的上升, 且均达到显著差异 ($p < 0.05$), 尤力克柠檬落果中 N 含量持平, K 含量与落蕾持平而显著高于落花 ($p < 0.05$), Cu 含量显著低于落蕾及落花 ($p < 0.05$); 兴津温州蜜柑脱落幼果中的 N 和 P 分别下降 10.29% 和 7.85%, Fe 含量上升 37.42%, 其它营养元素含量与落蕾和落花中的对应元素含量相近, 多数无显著差异 ($p > 0.05$) (表 1). 这种差异可能与果实大小有关, 幼果在膨大过程中, 既积累矿质营养又积累光合产物等有机物质, 前者提高矿质元素含量而后者稀释, 圆金柑和尤力克柠檬落果经历的时间较短, 幼果膨大程度小, 对矿质元素的稀释作用小而积累程度大, 元素含量上升, 兴津温州蜜柑因幼果膨大程度大, 对矿质元素的稀释作用大而与积累程度相当, 元素含量变化相对较小, 仅 N 和 P 含量明显下降.

表 1 不同品种的柑橘落蕾、落花和脱落幼果的矿质营养元素含量

项目	品种	N/%	P/%	K/%	Ca/%	Mg/%	S/%
落蕾	兴津温州蜜柑	3.37±0.06bc	0.26±0.01d	2.25±0.27a	0.38±0.00e	0.20±0.00bc	0.19±0.00ef
	尤力克柠檬	2.68±0.02e	0.24±0.01e	1.90±0.13b	0.75±0.02c	0.16±0.00e	0.17±0.01f
	圆金柑	3.19±0.15cd	0.28±0.00bc	1.91±0.03b	0.43±0.02de	0.18±0.00d	0.24±0.02d
落花	兴津温州蜜柑	3.43±0.06b	0.30±0.01b	2.13±0.07a	0.35±0.02e	0.20±0.01b	0.20±0.01e
	尤力克柠檬	2.53±0.04e	0.23±0.00e	1.58±0.01c	0.66±0.01c	0.15±0.00e	0.18±0.00ef
	圆金柑	3.12±0.13d	0.29±0.00bc	1.75±0.02c	0.34±0.01e	0.19±0.00cd	0.27±0.02c
落果	兴津温州蜜柑	3.05±0.25d	0.24±0.01e	2.14±0.07a	0.49±0.08d	0.21±0.01b	0.25±0.00cd
	尤力克柠檬	2.57±0.19e	0.27±0.02cd	1.81±0.05b	0.98±0.12b	0.18±0.01d	0.32±0.02b
	圆金柑	3.68±0.07a	0.42±0.02a	2.26±0.01a	1.17±0.11a	0.29±0.01a	0.43±0.00a

项目	品种	Fe/(mg·kg ⁻¹)	Mn/(mg·kg ⁻¹)	Zn/(mg·kg ⁻¹)	Cu/(mg·kg ⁻¹)	B/(mg·kg ⁻¹)
落蕾	兴津温州蜜柑	61.05±1.56bc	15.31±0.30bc	23.51±2.50ab	10.16±0.54cd	34.89±2.33b
	尤力克柠檬	40.03±2.5d	9.83±0.66d	16.43±0.44c	9.59±1.28d	33.88±1.93b
	圆金柑	57.18±1.62bc	14.99±0.67bc	20.79±0.36b	11.33±0.23bc	25.40±1.16c
落花	兴津温州蜜柑	66.57±5.24b	15.00±1.80bc	22.68±1.02ab	11.46±0.72bc	53.91±1.54a
	尤力克柠檬	46.38±1.93d	10.1±2.10d	15.53±0.59c	9.58±0.51d	44.66±1.85b
	圆金柑	60.94±1.25bc	17.94±0.06b	20.81±0.09b	11.66±0.51b	29.83±1.84c
落果	兴津温州蜜柑	87.52±10.00a	16.74±2.69b	24.71±1.70a	9.91±0.39d	37.62±4.61b
	尤力克柠檬	51.75±7.64c	13.15±1.52c	20.99±2.06b	7.67±1.40e	49.55±0.05a
	圆金柑	79.27±8.29a	27.26±2.48a	25.08±1.94a	16.74±0.43a	39.82±6.19b

注: 同一列不同字母代表 0.05 差异水平.

2.3 3 个柑橘品种落蕾、落花和脱落幼果的矿质营养元素损耗

2.3.1 落蕾、落花的矿质营养元素损耗

表 2 显示, 各品种落蕾和落花损耗的大量元素均以 N, K 最多, 中量元素以 Ca 损耗最多, 微量元素均以 Fe 和 B 损耗最多. 兴津温州蜜柑落蕾和落花的矿质营养元素损耗量均是 3 个品种中最大的, 且远大于尤力克柠檬和圆金柑; 后两者落蕾矿质元素损耗量差别不大; 落花的矿质营养元素损耗量除了 Ca 和 B 外, 均是圆金柑大于尤力克柠檬. 3 个品种均是落花损耗的营养元素明显高于落蕾损耗. 兴津温州蜜柑落花损耗的大中量营养元素是落蕾的 3.0~3.7 倍、微量元素是落蕾的 3.1~4.9 倍; 尤力克柠檬落花损耗的大中量营养元素是落蕾的 1.83~2.05 倍、微量元素是落蕾的 1.83~2.55 倍; 圆金柑落花损耗的大中量营养元素是落蕾的 2.51~3.56 倍、微量元素是落蕾的 2.36~2.82 倍.

2.3.2 脱落幼果的矿质营养元素损耗

脱落幼果的矿质营养元素损耗从大到小依次为兴津温州蜜柑, 尤力克柠檬, 圆金柑. 与落蕾、落花一样,

各品种大量元素均以 N、K 的损耗量最大, 中量元素以 Ca 的消耗量最大, 微量元素均以 Fe 和 B 的损耗量最大. 与落蕾和落花相比, 兴津温州蜜柑幼果脱落造成的营养元素损耗量要少得多, 分别约为落蕾的 1/2 和落花的 1/7; 尤力克柠檬幼果脱落造成的营养元素损耗量则要大的多, 分别约为落蕾的 5.6 倍和落花的 2.9 倍; 圆金柑幼果脱落造成的营养元素损耗量小于落花而大于落蕾, 分别约为落蕾的 1.2 倍和落花的 1/3.

综合落蕾、落花和脱落幼果的元素损耗总量, 兴津温州蜜柑蕾、花和果脱落损耗的矿质营养元素最多, 尤力克柠檬次之, 圆金柑最少. 在柑橘生产上容易缺乏的 N、P、K、Mg、Zn 和 B 元素, 每株随花、果脱落的损耗量, 兴津温州蜜柑分别为 119.36 g, 10.08 g, 76.21 g, 7.10 g, 81.51 mg 和 170.18 mg, 尤力克柠檬分别为 10.15 g, 1.02 g, 6.97 g, 0.67 g, 7.59 mg 和 18.42 mg, 圆金柑分别为 4.10 g, 0.41 g, 2.42 g, 0.27 g, 2.74 mg 和 3.96 mg(表 2).

表 2 不同品种柑橘单株的落蕾、落花和脱落幼果所损耗的矿质营养元素总量

项目	品种	总脱落干 质量/株	N /g	P /g	K /g	Ca /g	Mg /g	S /g	Fe /mg	Mn /mg	Zn /mg	Cu /mg	B /mg
落蕾	兴津温州蜜柑	753.31	25.39	1.96	16.95	2.86	1.51	1.43	45.99	11.53	17.71	7.65	26.28
	尤力克柠檬	43.70	1.17	0.10	0.83	0.33	0.07	0.07	1.75	0.43	0.72	0.42	1.48
	圆金柑	30.76	0.98	0.09	0.59	0.13	0.06	0.07	1.76	0.46	0.64	0.35	0.78
落花	兴津温州蜜柑	2 413.31	82.78	7.24	51.40	8.45	4.83	4.83	160.65	36.20	54.73	27.66	130.10
	尤力克柠檬	88.69	2.24	0.20	1.40	0.59	0.13	0.16	4.11	0.90	1.38	0.85	3.96
	圆金柑	49.01	1.53	0.14	0.86	0.17	0.09	0.13	2.99	0.88	1.02	0.57	1.46
落果	兴津温州蜜柑	366.95	11.19	0.88	7.85	1.80	0.77	0.92	32.12	6.14	9.07	3.64	13.80
	尤力克柠檬	261.88	6.73	0.71	4.74	2.57	0.47	0.84	13.55	3.44	5.50	2.01	12.98
	圆金柑	43.13	1.59	0.18	0.97	0.50	0.13	0.19	3.42	1.18	1.08	0.72	1.72
合计	兴津温州蜜柑	3 533.57	119.36	10.08	76.21	13.11	7.10	7.18	238.76	53.88	81.51	38.95	170.18
	尤力克柠檬	394.28	10.15	1.02	6.97	3.48	0.67	1.07	19.42	4.77	7.59	3.28	18.42
	圆金柑	122.90	4.10	0.41	2.42	0.79	0.27	0.39	8.16	2.52	2.74	1.64	3.96

3 讨 论

从本试验结果看, 兴津温州蜜柑和圆金柑落蕾、落花和落果中的 N、P、K 含量, 尤力克柠檬 P 和 K 含量远高于各品种叶片营养诊断的适宜值, 尤力克柠檬 N 含量则与叶片适宜值持平, 3 个品种的 Ca 含量只有 0.3%~0.8%, 远低于 3.0%~5.0% 的叶片适宜值, 其余营养元素略低于或与叶片适宜值持平^[13,16-17]. 蕾、花和幼果中的高 N、高 P 和高 K 含量应与此阶段子房或幼果细胞的分裂旺盛、细胞小、细胞核大及细胞质浓有关, 而大的细胞核和浓细胞质中蛋白质和核酸等成分比例高, 这些成分中的 N 和 P 含量较高. K 促进蛋白质的合成, K 与蛋白质在植物体中的分布是一致的, 蛋白质丰富的组织或器官, K 离子含量也较高^[1].

本研究发现, 这 3 个试验品种因花果(含花蕾)脱落而损耗的矿质营养总量差异很大, 兴津温州蜜柑花果脱落损失的矿质营养总量是尤力克柠檬的 6.76~12.29 倍, 是圆金柑的 16.59~31.49 倍. 庄伊美报道, 23 年生柑橘树单株每年吸收的 N、P 和 K 总量分别为 392 g, 23.6 g 和 198.3 g, 10 年生柑橘树单株每年吸收的 N、P 和 K 总量则分别为 90.0 g, 5.4 g 和 68.6 g^[19], 由此推算, 则兴津温州蜜柑蜜柑花果脱落所损耗的 N、P 和 K 分别占全年吸收量的 30.45%, 42.71% 和 38.43%, 而尤力克柠檬和圆金柑花果脱落所损耗的 N、P 和 K 分别占全年吸收量的 6.90%~11.44%, 11.11%~19.07% 和 5.22%~10.31%. 可以看出, 相对于少花品种尤力克柠檬和圆金柑, 多花品种兴津温州蜜柑花果脱落所造成的养分损耗要大很多.

虽然 3 个试验柑橘品种的落蕾、落花和落果的养分含量存在差异, 但多数元素在不同品种间的含量相

差均未超过 1 倍, 而兴津温州蜜柑蕾、花和幼果脱落总干质量比尤力克柠檬高 8.83 倍、比圆金柑高 28.84 倍。因此, 蕾、花和幼果的脱落干质量才是落花落果养分损耗多寡的决定因素, 而这又受花量的影响。花量过大不仅消耗大量养分, 引起落花落果而导致座果率低^[1-3], 而且影响春梢叶片发育, Zhang 等发现纽荷尔脐橙多花枝的叶片形态指标和矿质营养元素含量均显著低于无花枝的叶片^[20], 导致光合指标显著下降。因此, 适当控制花量对多花柑橘品种尤为重要。就本试验的柑橘品种而言, 兴津温州蜜柑应以抑制过量花芽分化为主, 修剪减花为辅, 通过在花芽生理分化期喷施赤霉素、冬季灌水等措施来减少花芽分化, 通过花前剪除或短截部分结果母枝减少开花量^[21], 以达到合适的叶花比; 此外, 花量大的单株, 还应在萌芽开花期及时追施速效肥, 补充树体养分。而尤力克柠檬和圆金柑花量较小, 不宜采取过多控花措施, 以免因花量过小而影响产量。

参考文献:

- [1] 陈杰忠. 果树栽培学各论(南方本) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 何天富. 柑橘学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [3] 武维华. 植物生理学 [M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2008.
- [4] WALTER REUTHER. The Citrus Industry. Revised edition [M]. University of California, Division of Agricultural Science, 1973.
- [5] 高俊燕, 周东果, 岳建强, 等. 德宏柠檬生理落花落果的变化规律研究 [J]. 西南农业学报, 2008, 21(2): 328-331.
- [6] 吉前华, 高雁君. 柑橘产量形成的生理学分析 [J]. 中国园艺文摘, 2011, 27(7): 33-37.
- [7] 区善汉, 王明召, 莫建生, 等. 夏金脐橙落花落果规律研究 [J]. 中国南方果树, 2010, 39(5): 1-3, 7.
- [8] IGLESIAS D J, TADEO F R, PRIMO-MILLO E. Carbohydrate and Ethylene Levels Regulate Citrus Fruit Let Drop Through the Abscission Zone A During Early De-velopment [J]. Trees: Structure and Function, 2006(20): 348-355.
- [9] MISHRA A, KHARE S, TRIVEDI P K, NATH P. Ethylene Induced Cotton Leaf Abscission Associated with Higher Expression of Cellulase (GhCell1) and Increased Activities of Ethylene Biosynthesis Enzymes in Abscission Zone [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2008, 46(1): 54-63.
- [10] 毛华荣, 傅虹飞, 王鲁峰, 等. 不同柑橘品种生理落果中橙皮苷和辛弗林含量测定 [J]. 食品科学, 2009, 30(14): 223-226.
- [11] JOHN-KARUPPIAH K J, BURNS J K. Expression of Ethylene Biosynthesis and Signaling Genes During Differential Abscission Responses of Sweet Orange Leaves and Mature Fruit [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2010, 135(5): 456-464.
- [12] 张进杰, 顾伟钢, 姚燕佳, 等. 柑橘幼果提取物对猪肉冷藏过程中抗脂质氧化影响 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 282-286.
- [13] GOLDBERG-MOELLER R, SHALOM L, SHLIZERMAN L, et al. Effects of Gibberellins Treatment During Flowering Induction Period on Global Gene Expression and the Transcription of Flowering-Control Genes in Citrus Buds [J]. Plant Science, 2013(198): 46-57.
- [14] 刘俊松, 张上隆. 柑橘花芽分化期结果和未结果树氨基酸含量变化 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(2): 71-76.
- [15] 刘俊松, 张上隆. 柑橘花芽分化期结果和未结果树核酸含量的变化 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(6): 56-59.
- [16] GARCIA-PAPI M A, GARCIA-MARTINEZ J L. Endogenous Plant Growth Substances Content Inyoung Fruits of Seedless Clementin Mandarin Asrelated to Fruit Set and Development [J]. Sci Hor, 1984(22): 265-274.
- [17] CUTTING J G M, BOWER J P. The Relationship Between Auxin Transport and a Calcium Allocation Vegetative and Reproductive Flush in Avocado [J]. Acta Horticulturae, 1990(275): 469-476.
- [18] 肖家欣, 彭抒昂, 何华平. 单性结实与自花授粉结实柑橘果实发育中硼镁营养动态的研究 [J]. 云南植物研究, 2005, 27(4): 419-424.

[19] 庄伊美. 柑橘营养与施肥 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.

[20] ZHANG W W, FF X Z, PENG L Z, et al. Effects of Sink Demand and Nutrient Status on Leaf Photosynthesis of Spring-Cycle Shoot in 'Newhall' Navel Orange Under Natural Field Conditions [J]. *Scientia Horticulturae*, 2013(150): 80–85.

[21] 彭良志. 甜橙安全生产技术指南 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.

On Nutrient Losses in Flowers and Fruits of Statsuma, Lemon and Kumquat

WANG Nan-qi^{1,2}, PENG Liang-zhi², RAN Yu¹,
HUANG Yi², ZHOU Wei², XING Fei², ZHU Chun-zhao²

1. Citrus Research Institute, Southwest University/National Citrus Engineering Research Center, Chongqing 400712, China;

2. School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: Nutrient Losses in dropped and Fruits of Statsuma, Lemon and Kumquat have been studied in Okitsu Wase satsuma (*Citrus unshiu* Marc. cv. Okitsu wase), Eureka lemon (*Citrus limon* Burm. f.) and Round kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) adult trees. Results show that the nutrient element content in flower buds and dropped flower buds and flowers of the 3 varieties were N 2.53%~3.34%; P 0.23%~0.30%; K 1.58%~2.25%; Ca, Mg and S content were 0.15%~0.75%; Fe, Mn, Zn, Cu and B content were 9.6~66.6 mg/kg. B content was significantly higher in dropped flowers than in flower buds, but other nutrient element content in dropped are close to in dropped buds. For the same organs, the content of each nutrient element varied with small differences among the 3 varieties. Compared with dropped buds and flowers, N and P content in young dropped fruits greatly decreased and Fe content increased obviously for Okitsu Wase satsuma, and the average decreases of 10.29% N and 13.85% P were measured, but the changes of other nutrient element content are not obviously. While for Eureka lemon and Round kumquat, almost all nutrient element content in dropped young fruits greatly increased, and reached the significance level ($p < 0.05$). The total dry weight of dropped flower buds, flowers and young fruits are 3 533.6 g/tree for Okitsu Wase satsuma, 394.3 g/tree for Eureka lemon and 122.9 g/tree for Round kumquat, which resulted in serious nutrient element losses of N 119.4 g, P 10.1 g, K 76.2 g, Mg 7.1 g, Zn 81.5 mg and B 170.2 mg for single Okitsu Wase satsuma tree, of N 10.29 g and 4.1 g, P 1.0 g and 0.4 g, K 7.0 g and 2.4 g, Mg 0.7 g and 0.3 g, Zn 7.6 mg and 2.7 mg and B 18.64 mg and 4.0 mg for single Eureka lemon and Round kumquat tree. The losses of nutrient elements caused by flower drops > flower bud drops > young fruit drops for Okitsu Wase satsuma, and young fruits drops > flower drops > flower buds drops for Eureka lemon, and flowers drops > young fruits drops > flower buds drops for Round kumquat. Okitsu Wase satsuma had the biggest losses of nutrient elements caused by those drops, and followed by Eureka lemon and Round kumquat. Therefore, for citrus varieties tending to flower abundantly, it is important to control flower bud differentiation and blossom.

Key words: Citrus; flower bud; flower; young fruit; nutrient elements

