

猕猴桃魁蜜 79-5结实期形态变化与营养代谢

刘世芳 吴家森 郑炳松

(浙江林学院林学系, 临安 311300)

童祝平 徐俊

(浙江省临安市林业局) (浙江巨化集团公司园林公司)

摘要 猕猴桃魁蜜 79-5于 5月中旬坐果, 10月上旬采收。其中果实膨大期为 50~55 d, 迅速膨大期约为 35 d 白色的果心, 黑色的种皮, 淡茶栗色的外果皮和淡黄棕色茸毛可作为确定采收期的形态指标。种子成熟半月后是最佳采收期。此时果体密度稳定, 果体体积、质量达最大值, 可溶性糖 $1.1950 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 还原糖 $3.4345 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 也是结实期内最大值, 蛋白质生成量达 6.3%, 是第 2次峰值, 维生素 C 虽降至 $532.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 但有机酸总量也降至较低值 1.05%。文中还讨论了果体形态、营养生理代谢、果体生长量、密度变化之间的相互关系。

关键词 猕猴桃; 果实形态; 营养; 代谢; 收获

中图分类号 S663.9

目前国内外有关猕猴桃结实期内的营养代谢、果体形态、物理性状等因子变化规律涉及很少^[1]。在结实期间不同品种的上述 3方面因子具不同变化特点, 从而影响着果实的风味、营养质量及采收期的早晚。本文根据中熟品种魁蜜 79-5猕猴桃结实期形态变化与营养代谢的水平探讨其果体生长发育的内在规律, 为确定最适采收期提供形态、营养代谢和物理性状等相应指标, 也为采后保质调控提供有关依据。

1 材料和方法

所用试材由临安市猕猴桃试验场提供。从坐果开始隔 15 d左右采样 1次直至采收期, 每次采果 10~15个, 用于下列指标测定

1.1 用称量法测果重; 用排水法测密度; 用游标卡尺测果体纵、横径, 并观察和量测记载果实的外果皮、中果皮、内果皮(心皮内壁, 包括种子着生区)、中轴胎座(果心)等部位的厚度。

收稿日期: 1996-11-20; 修回日期: 1997-04-25

* 浙江省自然科学基金资助项目

第 1作者简介: 刘世芳, 男, 1938年生, 副教授

颜色、汁液分泌和种子发育等情况

1.2 从采样总体中随机选取 3 个鲜果组成混合样本测如下项目: 用伯川法测淀粉、还原糖和可溶性糖^[2]; 用二氯靛酚钠滴定法测维生素 C; 用二缩脲法测蛋白质含量; 用氢氧化钠滴定法测总酸量; 用分光光度法测叶绿素含量; 用气流法测呼吸速率; 用 WYT 型手持糖量计测可溶性固形物

2 研究结果

2.1 果体形态变化

魁蜜 79-5 猕猴桃为中熟品种, 原产江西, 引种临安后于 5 月中旬坐果。果实膨大期为 50 ~ 55 d, 其中迅速膨大期为 35 d。由坐果至采收期共约 145 d。果实形态变化过程见表 1

表 1 魁蜜 79-5 结实期果实形态变化

Table 1 The morphological changes of kuimi 79-5 fruits in the setting period

结实期 发育阶段	时 间	形 态 变 化			果心及其他变化
		外 果 皮	中 果 皮	内果皮及种子着生区	
初 期 (坐果至果实 膨大期)	5 月中旬 至 7 月上 旬	淡绿色外附白茸毛 层, 厚 0.5~1.0 mm, 毛较长而密度大	色浅绿, 1 月后向淡绿 色转变, 故此期色泽 浓淡不均	淡绿色, 胚珠透明状 依稀可见。此期结束 时, 胚珠大而明显, 部 分发育成种子	果心淡黄绿色
中 期 (果实膨大期 结束至种子 发育成熟)	7 月上旬 至 9 月下 旬	茸毛变短, 色变淡黄 再变淡黄棕色。果皮 又由茶青色转变为淡 茶紫色	淡绿色。色泽均匀、稳 定	种子发育成型, 种皮 米黄色, 而后又渐变 为棕、深棕直至黑色, 标志种子发育成熟	果心变成淡绿色, 而 后转变为乳白色, 直 至呈白色。果内汁液 分泌增多, 但可溶性 固形物不易测出
后 期 (种子发育成 熟后至采收 期)	9 月下旬 至 10 月 上旬	上述形态稳定	形态无变化	内果皮色泽与中果皮 无区别, 其他形态不 变	形态虽无变化, 但能 测得可溶性固形物, 其值为 6.3%~7.0%

2.2 果体生长量变化

2.2.1 果体纵径和横径的生长 果实膨大期生长量纵径 5.0 cm, 横径 4.0 cm, 分别占总生长量的 78.1% 和 83.3%。其后至采果期纵径增幅低于 1.5 cm, 横径自种子发育成型至成熟期基本处于生长停滞阶段, 增幅仅为 0.8 cm。整个生长过程生长量纵径大于横径。此结果与 Walton 的研究基本吻合 (图 1)

2.2.2 果内各部位的生长 以果实迅速膨大期后的生长量对比, 内果皮略大于中果皮。种子发育成熟前约 1 个月 2 者生长量趋于相等, 直至采收时它们的厚度均 1.0 cm

结实期内果心生长量也是纵向大于横向。果心长度是在果实迅速膨大期内增幅最大, 于种子发育成熟后停止生长, 总生长量约 5.0 cm。果心横向生长变化基本平稳, 在种子成熟后略有增粗, 采果期总生长量近 1.0 cm。长度与粗度之比约为 5:1。由于果心四向增粗均衡近圆形, 由其四向输送营养物质应是等量的, 致使果体生长匀称, 上下粗度近于一致, 故无侧扁形果体出现。果心纵横向生长特点也是与果体呈粗长圆柱形紧密相关的 (图 1)

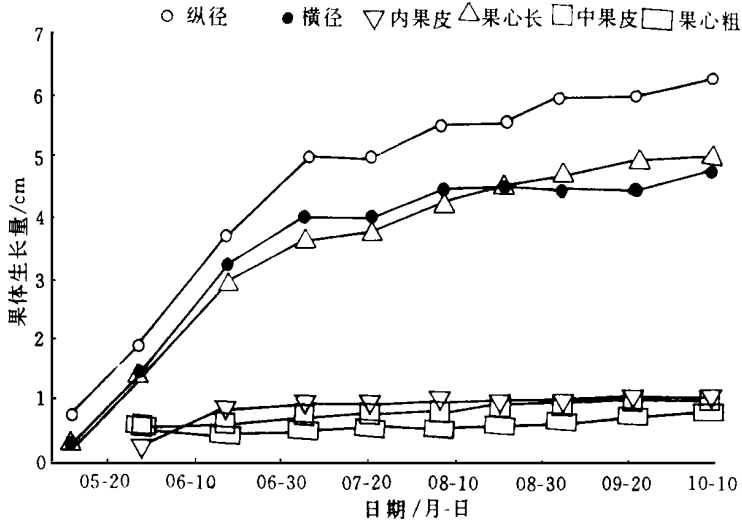


图 1 果实各项生长量的变化
Fig. 1 The fruit increments in the setting period

2.2.3 果体质量和密度的变化 果重增速最快速期和果体膨大期变化趋势基本一致 此后, 虽然果重增量变化斜率降低, 但仍持续增大, 直至果内种子成型时达最大值, 以后果重基本不再增大。

果体密度在迅速膨大期内处于高而稳定的水平 ($1.85 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 表明幼果期末液泡化细胞数量较多, 果实体积和质量处于等比速率递增的过程。以后随着内部营养代谢及转化持续进行和生育过程的推进, 液泡化细胞逐渐增多, 细胞内不溶性物质积累相对渐减, 致使果重递增慢于体积增大, 果实密度即由 $1.85 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 降至 $1.08 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 此水平保持至采收期。细胞由非液泡化过渡到液泡化时间约 10 d (图 2)。

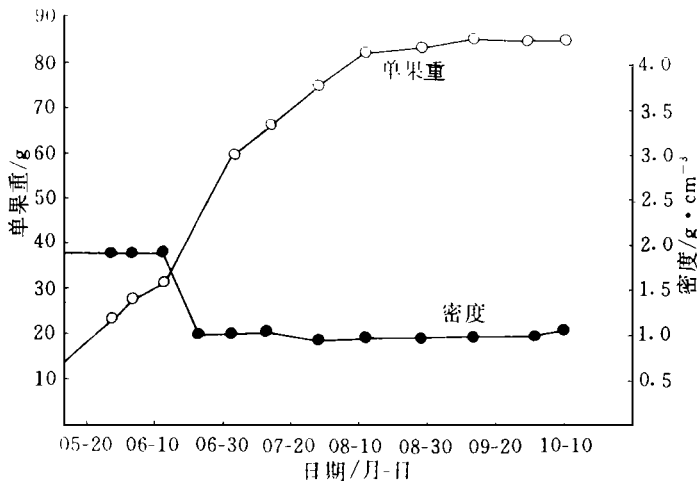


图 2 果重和果实密度的变化
Fig. 2 The changes of weight and specific gravity of the fruits

2.3 结实期的糖代谢变化

2.3.1 3种糖类量变的相关性 果实膨大期间,淀粉、还原糖和可溶性糖生成量都较低,此期结束后淀粉迅速递增,至8月中旬种子发育进程加快,大部分种皮呈棕色时,递增减慢,而还原糖和可溶性糖生成量正进入上升阶段,表明由淀粉转化为此2类糖的速度加快。9月下旬种子发育成熟后(种皮呈黑色)淀粉含量达最大值为 $9.0349\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,以后即下降。而其余2种糖类均无下降趋势。此时外部形态表现为外果皮淡茶栗色,茸毛淡黄棕色。至采果期还原糖 $3.4345\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,可溶性糖 $1.1950\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,均达最大值。从果实膨大期至种子发育成熟期,生成量以淀粉最大,还原糖次之,可溶性糖最低(图3)。

2.3.2 呼吸与糖代谢的相关性 坐果初期呼吸速率最高为 $36.8529\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ (CO_2),其后逐渐下降,果实膨大期后降至最低值 $1.6128\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ (CO_2),至采果期回升幅度极小。表明结实期果实呼吸变化可能通过自身调控机制起作用,以适应果体生长发育的需要。呼吸与糖代谢之间的关系明显地表现在:当呼吸速率较高时,淀粉、还原糖和可溶性糖生成量较低或极微;待呼吸速率下降到最低时,3种糖类的生成量才出现不同程度地递增(图3)。

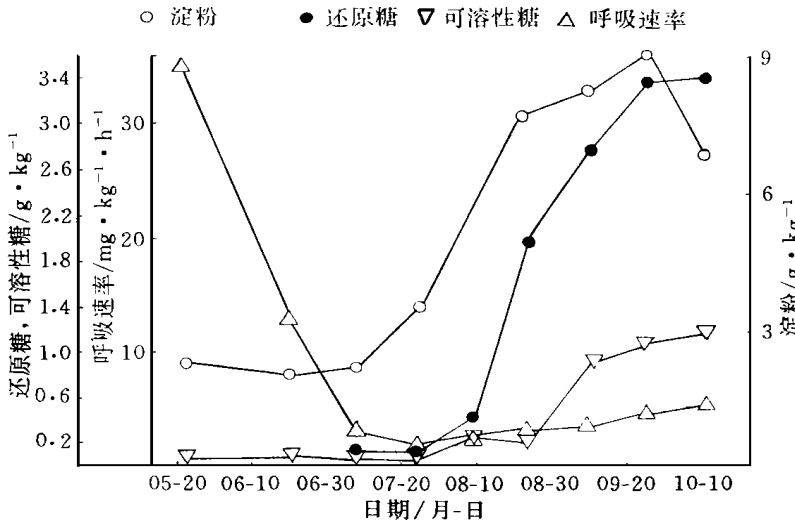


图3 结实期呼吸和糖代谢的变化
Fig. 3 The variation of respiration and sugar metabolism of the fruits in the setting period

2.4 结实期其他营养代谢的变化

果实膨大期蛋白质合成量与同期果体密度变化都出现高而稳定的趋势,两者基本同步。此期结束,趋势下降,其量在种子发育初中期和成熟期被利用消耗而出现低峰值。种子发育近熟期和采果期分别出现峰值。此时形态变化特点是外果皮由茶青色转变为淡茶栗色,茸毛由淡黄至淡黄棕色,种皮由深棕色至黑色,果心由乳白色转变为白色。

维生素C含量低峰值出现于由胚珠发育成种子初型,高峰值出现于种子发育由近熟至成熟期间,此时果内汁液分泌增多。采果期峰值下降为 $532.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。其量变趋势与淀粉类似。

有机酸含量的2次峰值出现在8月下旬前的3种糖类量变上升期以前。它们之间可能存在酸糖转化的反相关关系。采果期酸值下降至 1.05% 。

坐果初期果内叶绿素含量最高 ($29.8 \text{ mg} \cdot \text{果}^{-1}$)，以后随果实体积、质量增大而递降，至采收时其量降至 $1.77 \text{ mg} \cdot \text{果}^{-1}$ 。此变化趋势与果内绿色由浅变淡的过程是相吻合的(以上相应代谢变化，图 4)。

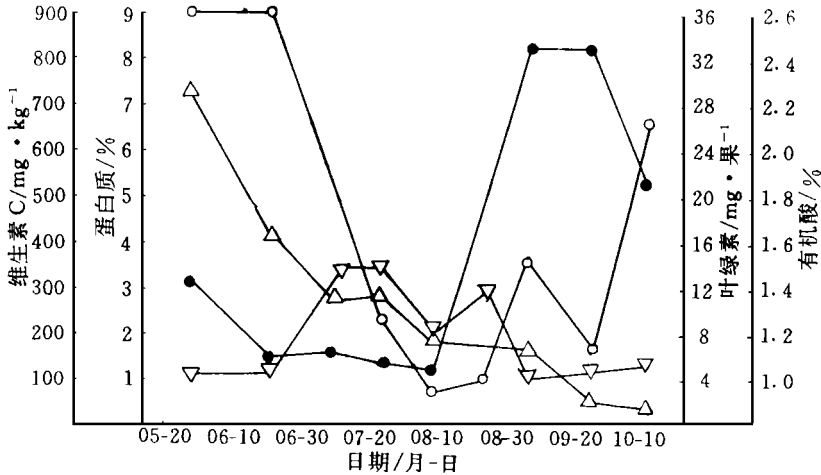


图 4 果内其他营养代谢变化

Fig. 4 Variation of other nutrition metabolism in the setting period

2.5 不同采收期的果实耐藏性对比

为了确定最佳采收期，我们按表 2 中的日期采样，然后贮于冰箱 ($0^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$)，按期测失重率，观察果体变化。由结果可知，魁蜜 79-5 在低温贮藏下无霉菌感染。以种子成型后采的果与种子发育中期时采的果相比，后者失重率大于前者。当至 50~60 d 90% 的果皮皱缩时，果虽软但果肉新鲜仍呈淡绿色，而果味酸无甜味。种子发育近熟期采的果失重率低于前 2 期采的果，至 60 d 大部分果皮皱缩时，果酸甜味极微。与前述几种采收期相比，种子成熟后采的果，至 43 d 果皮皱缩时失重率低于前 3 者也低于种子成熟 15 d 后采的果。除了贮藏寿命是果实耐藏力强弱的直接反映外，还应考虑贮后果实食用品质的变化。由表 3 可知：种子成熟半月后采的果高糖低酸效果最好，种子成熟时采的果次之，种子成熟前采的果最差。

表 2 各采收期果实耐藏性比较

Table 2 Contrast of the storage property of the fruits collected in different harvest periods

采收时间 月-日	果内形态特征	原 重 贮藏天数 失 重			贮藏天数 失 重			
		/g	/d	%	/d	%	/d	%
07-22	种子成型种皮米黄色	2 010	17	5.97	31	9.7	65	23.13
08-08	果皮茶青色种子发育快	1 323	15	16.1	32	21.8	51	25.2
08-23	果皮茶栗色种子发育后期	1 620	13	1.85	34	4.63	58	7.4
09-23	果心白色种子发育成熟	1 806	28	1.16	37	4.07	43	6.6
10-9	果体内外形态稳定	3 075	21	3.16	27	4.56	41	8.5

表 3 各采收期贮藏果实变软时糖和酸量的比较

Table 3 Content contrast of sugars and acids of the fruits collected in different periods while the fruits softened

采收时间 /月·日	采时果内形态特征	贮藏天数 /d	可溶性糖 /%	有机酸 /%	失重 /%
07-22	种子成型种皮米黄色	17	2.87	0.83	5.97
08-08	果皮茶青色种子发育快				
08-23	果皮茶栗色种子发育后期	34	4.25	0.66	4.63
09-23	果心白色种子发育成熟	37	6.01	0.32	4.07
10-09	果体内外形态稳定	27	8.2	0.105	4.56

说明: 此表内可溶性糖采用蒽酮法测定

3 结语与建议

3.1 猕猴桃魁蜜 79-5果实迅速膨大期约 35 d, 膨大期共 50~ 55 d, 此期果实生长量占总生长量的 78.1%~ 83.3%, 结实期长约 145 d 结实期内中果皮和内果皮基本上等量增厚。果心长度和粗度生长量之比为 5: 1, 果心生长期近圆柱形等果内生长特点是构成魁蜜 79-5粗长圆柱形大果型的因素。

3.2 果实膨大期蛋白质合成量和同期果体密度都具高而稳定且基本同步的趋势。表明非液化细胞内含物主要是蛋白质。此外较高的呼吸速率和较低的淀粉积累量, 反映了淀粉作为呼吸代谢底物和建造新细胞被利用的相关结果。

3.3 果实生长发育中期各部位生长量稳定或递增减慢。果体密度和呼吸速率都稳定在较低水平上。此期正处于种子发育过程中, 淀粉、还原糖和可溶性糖合成量相继递增, 8月中旬种子发育进程加快时淀粉转化为还原糖和可溶性糖的速度加快, 至种子发育成熟时 3者数量都达较高水平。种子发育近熟期以前和成熟期蛋白质均出现低峰值, 表明其代谢活跃并为种子发育所利用。此外维生素 C 有机酸和叶绿素等量变体现了果内营养因子间复杂的相关性。如有机酸与 3种糖类基本上呈反相关关系。维生素 C与淀粉量变趋势近似, 叶绿素含量递降可能随果体增大分配到各个细胞的数量减少或由于胞液稀释所致, 也可能受上述各类物质间转化复杂性的影响。

3.4 果实发育后期虽然形态变化稳定, 但果内营养代谢及转化还在进行。它们的复杂性表现在有机酸、维生素 C和淀粉量变都呈下降趋势。其余几类物质质量变稳定或呈上升趋势。

3.5 上述各种代谢过程中呼吸速率变化特点是由高到低, 反映了结实期主要通过果内自身的调控机制起作用, 使之在果实膨大期后始终保持糖类合成积累大于呼吸降解消耗的生理状态。此外果体一直处于棚架叶片遮荫下生长, 起到缓解光幅射引起的高温影响。这也是果内对呼吸代谢调控的有利因子之一。

3.6 该品种以种子成熟半月后采收的果实耐藏品质较好。此时果重体积大, 可溶性糖 $1.1950 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、还原糖 $3.4345 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 达最大值。蛋白质生成量出现第 3次峰值达 6.5%, 维生素 C虽降为 $532.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 但有机酸也降至 1.05%, 可溶性固形物 6.5%~ 7.0%。以上各值可作为确定采收期的参考指标。淡茶栗色的外果皮、淡黄棕色的茸毛、淡绿色的中果皮和内果皮、黑色的种皮和白色的果心可为此期相应的形态学参考指标。

3.7 在果实迅速膨大期内如用植物生长调节物质处理幼果, 以及在种子发育迅速期采取相应

培肥管理措施, 品质和产量可望获得提高。

3.8 结实期淀粉、还原糖、可溶性糖、蛋白质和维生素 C 等因子量变迅速递增或峰值出现时都显现出相应的形态变化。果农可据此时的形态来判断相应因子的量变程度。

参 考 文 献

- 1 刘世芳, 郑炳松, 吴家森, 等. 早熟猕猴桃结实期形态变化与营养代谢. 浙江林学院学报, 1996, 13 (4): 378- 383
- 2 章骏德, 刘国屏, 施永宁, 等. 植物生理实验法. 南昌: 江西人民出版社, 1982
- 3 Walton E F, Jong T M. Growth and compositional change in kiwifruit berries from the Californian locations. *Ann Bot*, 1990, 285- 298
- 4 谢鸣, 蒋桂华, 赵安祥, 等. 猕猴桃采后生理变化及其与耐藏性的关系. 浙江农业学报, 1992, 4 (3): 124- 127

Liu Shifang (Zhejiang Forestry College, Lin' an 311300, PRC), Wu Jiasen, Zheng Bingsong, Tong Zhuping, and Xu Jun. **Morphological Change and Nutrition Metabolism of Kiwiberry Kuimi 79-5 Fruits During Development Stage.** *J Zhejiang For Coll*, 1997, 14 (3): 255~ 261

Abstract Kiwiberry Kuimi 79-5 set fruits in mid May and its fruits could be picked in early October. The enlarging period of fruits lasted 50~ 55 d. White fruit hearts, dark seed coats and high brown exocarps could be indicators for collection. The most suitable period for harvesting was 15 days after seed maturation when the fruits had the maximum size and wight and a stable species gravity, and contained the most soluble sugar of $1.1950 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ and reducing sugar of $3.4345 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. The protein reached 6.5%, and Vitamin C and organic acid went down to $532.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and 1.05% respectively. The relations between fruit shape, nutritive metabolism, fruit growth and specific gravity were discussed.

Key words kiwiberry (*Actinidia chinensis*); fruit morphology; nutrition (biology); metabolism; harvesting