东北农业科学 2020,45(5):88-91
Journal of Northeast Agricultural Sciences DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2020.05.022

软枣猕猴桃果实发育过程中糖酸组分及含量的变化

安 娇,刘 铭,贾佳林,连 政,朴一龙*
(延边大学农学院,吉林 延吉 133000)

摘 要:为了确定软枣猕猴桃果实发育过程中糖酸组分及含量变化,采用高效液相色谱仪和分光光度计测定了三个软枣猕猴桃品种(系)果实发育过程中的糖酸含量。结果表明,三个软枣猕猴桃品种(系)果实糖酸组分和含量变化规律相似,果实含蔗糖、果糖和葡萄糖且均以蔗糖为主糖;含有柠檬酸、奎宁酸、抗坏血酸、苹果酸、草酸和莽草酸,唯独在'魁绿'中还检测出乳酸,属于柠檬酸优势型果实,但品种(系)间有机酸组分不完全相同。软枣猕猴桃果实发育过程中糖酸各组分含量发生变化,至果实发育中期果糖占优势,但果实开始成熟后蔗糖和葡萄糖不同程度增加,最终蔗糖占优势,果糖和葡萄糖含量水平相当;而在果实发育初期奎宁酸占绝对优势,但在成熟过程中柠檬酸一跃成主导酸,奎宁酸下降位居第二。

关键词:软枣猕猴桃;果实;糖;有机酸
中图分类号:S663.4 **文献标识码**:A **文章编号**:2096-5877(2020)05-0088-04

Changes of Sugar and Acid Components and Contents During Fruit Development of *Actinidia arguta*

AN Jiao, LIU Ming, JIA Jialin, LIAN Zheng, PIAO Yilong*
(*College of Agronomy, Yanbian University, Yanji* 133000, China)

Abstract: In order to determine the changes of sugar and acid composition during the fruit development of *Actinidia arguta*, the contents of sugar and acid in the fruit development of three varieties (lines) of *Actinidia arguta* were determined by high performance liquid chromatography and spectrophotometer. The results showed that the changes of sugar and acid components and contents of the three varieties (lines) of *Actinidia arguta* were similar. The cultivars of three varieties (lines) contained sucrose, fructose and glucose, and sucrose was the main sugar. Citric acid, quinic acid, ascorbic acid, malic acid, oxalic acid and shikimic acid were contained in the fruits of three varieties (lines), but lactic acid was only detected in kuilv, which belongs to dominant fruit of citric acid, but the components of organic acids in different varieties (lines) are not identical. During the fruit development of *Actinidia arguta*, the contents of sugar and acid changed, and fructose was dominant in the middle stage of fruit development. However, after the fruit began to mature, the sucrose and glucose increased in varying degrees. Finally, sucrose was dominant and fructose and glucose contents were similar. In the early stage of fruit development, quinic acid was the dominant acid, but during the ripening process, citric acid became the dominant acid, and the decrease of quinic acid was the second.

Key words: *Actinidia arguta*; Fruit; Sugar; Organic acid

果树是世界上重要的经济作物之一[1]。果实中的糖酸组分、含量及其动态变化是构成果实品质的重要基础[2],在果实风味的确定中起着重要作用,多年来一直是果实品质研究领域的主题[3-5]。王刚等[6]研究发现,分属2个栽培种的12个猕猴桃品种资源果实中主要酸组分为奎宁酸、苹果酸和柠檬酸,并且有机酸组分和含量既有共同的特征又有特异性。周元等[7]发现陕西周至地区主种的猕猴桃品种'华优''哑特''果丰楼'有机酸主要由奎宁酸、苹果酸、抗坏血酸、柠檬酸和酒石酸构成,不同品种间含量和比例有差异。傅琦[8]研究结果表明,"中华猕猴桃"主要糖成分是果糖、葡萄糖和蔗糖,其总含量范畴约在7%~10%之间。

收稿日期:2019-04-12
基金项目:国家自然科学基金(31060254)
作者简介:安 娇(1994-),女,在读硕士,研究方向为果树栽培生理。
通讯作者:朴一龙,男,博士,副教授,E-mail: piaoly@ybu.edu.cn

目前,软枣猕猴桃[9]作为第三代猕猴桃受到广泛关注,并已开始产业化栽培。然而,关于软枣猕猴桃果实中糖酸组分及其在发育过程中的变化方面的研究尚未见报道。明确软枣猕猴桃果实发育过程中可溶性糖和有机酸的组成及含量特征,揭示果实发育过程中糖酸的动态变化,对于研究其品质特征和加工利用具有重要意义,同时为制订科学的栽培管理技术和提高果实内在品质的调控措施提供科学的理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验于2018年在延边大学农学院软枣猕猴桃示范园内进行。以7年生“桓优1号”和“魁绿”品种及5年生优系“蛟河3号”为试验材料。栽植密度为3 m×4 m;果园内配有授粉雄株,利用蜜蜂传粉;其他按常规管理。从2018年6月30日(盛花后20 d左右)开始每隔20 d取一次样,选取果形正常、无病虫害、大小均匀的果实,采收后的果实迅速运回实验室,进行果实品质测定,然后一部分果实冷冻贮藏,用于有机酸和可溶性糖含量的测定。

1.2　试验方法

有机酸含量的测定采用HPLC法[10-11],有机酸的提取参考王刚等[6]的方法并略有改动。用分光光度计法[12-13]测定可溶性糖含量。采用Excel 2007对数据进行计算及分析处理,所有样品处理均3次重复。

2　结果与分析

2.1　软枣猕猴桃果实发育过程及软化后的品质

在果实生长过程中3个品种(系)可溶性固形物含量逐渐增加,采收时可溶性固形物含量基本在7%~8%之间,软化后迅速增加;而可滴定酸含量逐渐增加,在采收前20 d左右达到波峰,然后开始下降,软化后下降幅度较大(表1)。

2.2　成熟软枣猕猴桃果实中可溶性糖组分和含量

软枣猕猴桃成熟期采收的果实经软化后测定可溶性糖各组分,结果表明,不同品种(系)的总糖含量存在一定的差异,以‘桓优1号’含量最高,‘蛟河3号’次之,‘魁绿’含量最低,分别为56.28 mg/g、49.56 mg/g和41.54 mg/g。三个品种(系)可溶性糖中均以蔗糖占主导地位,‘桓优1号’‘魁绿’和‘蛟河3号’分别占总糖的69.4%、66.0%和74.2%;而果糖和葡萄糖含量高低因品种(系)而异,‘桓优1号’葡萄糖含量高于果糖,而‘魁绿’和‘蛟河3号’则相反(表2)。

表1　软枣猕猴桃果实发育过程及软化后的品质　%

品种(系)	日期	可溶性固形物	可滴定酸
桓优1号	6.30	4.40±0.20	0.60±0.02
	7.20	4.10±0.10	0.76±0.02
	8.10	5.07±0.06	0.69±0.02
	8.30	5.17±0.06	1.00±0.04
	9.20	7.17±0.06	1.38±0.04
	10.01	8.10±0.10	1.12±0.03
	软化后	15.47±0.06	0.95±0.04
魁绿	6.30	4.07±0.12	1.18±0.37
	7.20	4.07±0.06	0.91±0.02
	8.10	5.17±0.06	1.36±0.06
	8.30	6.43±0.25	1.66±0.02
	9.06	7.70±0.10	1.61±0.04
	软化后	18.30±0.06	0.83±0.04
蛟河3号	6.30	4.67±0.12	0.45±0.01
	7.20	3.97±0.12	0.73±0.03
	8.10	4.77±0.06	0.60±0.05
	8.30	5.03±0.06	0.86±0.01
	9.17	7.37±0.15	0.78±0.03
	软化后	17.47±0.06	0.69±0.03

表2　成熟期软枣猕猴桃果实中可溶性糖组分和含量

mg/g

种类	可溶性糖含量		
	桓优1号	魁绿	蛟河3号
蔗糖	39.07±2.99	27.42±0.11	37.01±0.40
果糖	7.24±0.53	7.26±0.26	6.64±0.51
葡萄糖	9.97±0.04	6.86±0.06	5.91±0.09
总糖	56.28	41.54	49.56

2.3　成熟软枣猕猴桃果实中有机酸组分和含量

HPLC分析结果表明,三个软枣猕猴桃品种(系)成熟期果实中均含有柠檬酸、奎宁酸、抗坏血酸、苹果酸、草酸和莽草酸,在‘魁绿’中还检测出乳酸。不同品种(系)的总酸含量也存在一定的差异,以‘魁绿’最高(21.690 mg/g),其次为‘蛟河3号’(17.495 mg/g),‘桓优1号’最低(15.351 mg/g)。三个品种(系)有机酸中均以柠檬酸含量最高,其次是奎宁酸,两种酸占总酸含量的80%左右,与‘桓优1号’和‘蛟河3号’不同的是,‘魁绿’的苹果酸含量较高而抗坏血酸较低(表3)。可见不同品种(系)间有机酸组分和含量存在一定的差异。根据不同树种果实内有机酸组分含量的高低,可将果实划分为柠檬酸优势型、苹果酸优势型、酒石酸

优势型以及奎宁酸优势型，基于此，‘桓优1号’‘魁绿’和‘蛟河3号’均属于柠檬酸优势型。

表3 成熟期软枣猕猴桃果实中有机酸组分和含量

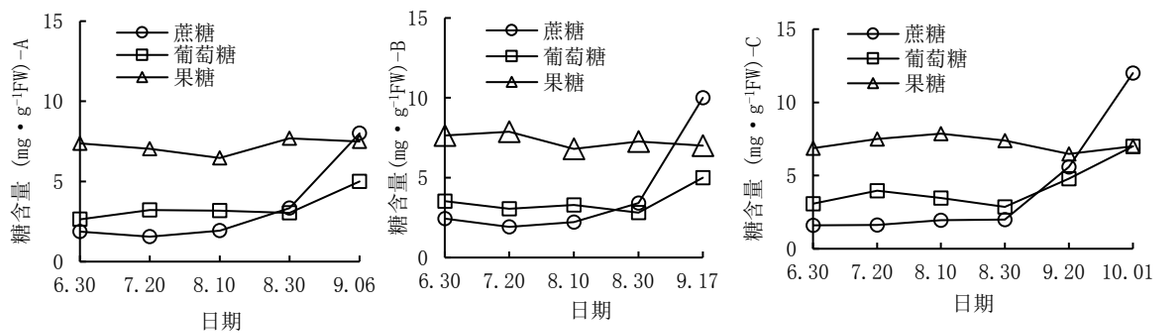
mg/g

种类	有机酸含量		
	桓优1号	魁绿	蛟河3号
柠檬酸	7.482±0.077	11.523±0.031	7.671±0.120
奎宁酸	4.439±0.079	5.948±0.030	6.476±0.066
抗坏血酸	1.602±0.001	1.420±0.026	1.677±0.001
苹果酸	1.454±0.037	2.127±0.025	1.263±0.072
草酸	0.289±0.007	0.235±0.002	0.283±0.005
乳酸	–	0.367±0.017	–
酒石酸	–	–	–
莽草酸	0.085±0.004	0.070±0.001	0.126±0.003
总酸	15.351	21.690	17.495

注：“–”表示没有检测到

2.4 软枣猕猴桃果实发育过程中可溶性糖含量的动态变化

果实中的可溶性糖主要由蔗糖、葡萄糖和果糖组成，由图1可以看出，三个品种（系）至果实发育中期果糖含量最高，葡萄糖含量次之，蔗糖含量最低。‘魁绿’和‘蛟河3号’从8月10日开始蔗糖含量迅速增加，采收期蔗糖含量跃居第一；而葡萄糖含量从8月30日开始有小幅增加，接近果糖水平，但含量未能超过果糖。‘桓优1号’果实的蔗糖含量则从8月30日开始迅速增加，采收期蔗糖含量依然跃居第一；而葡萄糖则从8月30日开始缓慢增加，采收期葡萄糖和果糖含量持平。果实成熟软化后‘桓优1号’果实葡萄糖含量超过果糖，而‘魁绿’和‘蛟河3号’葡萄糖含量则接近果糖水平（表2）。



注：A为‘魁绿’；B为‘蛟河3号’；C为‘桓优1号’，下同

图1 软枣猕猴桃果实发育过程中可溶性糖含量的动态变化

2.5 软枣猕猴桃果实发育过程中有机酸含量的动态变化

三个软枣猕猴桃品种（系）果实发育过程中有机酸组分的变化趋势大体相同。由图2中可以看出，在果实发育初期奎宁酸含量远远高于柠檬酸、苹果酸和抗坏血酸，但在整个生长发育过程中逐渐下降，果实成熟后奎宁酸含量位居第二；柠檬酸、苹果酸和抗坏血酸在果实发育初期含量水平相当，但柠檬酸含量在果实发育过程中逐渐增加，果实成熟时柠檬酸含量跃居有机酸含量首位；而苹果酸和抗坏血酸含量变化不大。

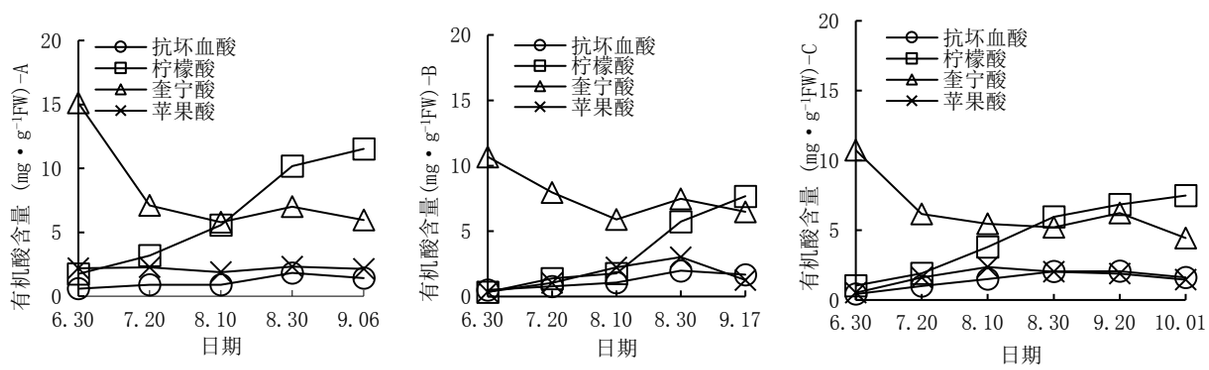


图2 软枣猕猴桃果实发育过程中有机酸含量的动态变化

3 讨论与结论

三个软枣猕猴桃品种（系）果实发育过程中可溶性固形物含量不断增加至7%~8%后开始软化，在软化过程中可溶性固形物含量增幅较大；而可滴定酸含量逐渐增多，采收前20 d左右达波峰，然后缓慢下降，在果实软化过程中继续下降。

糖酸组分和含量在受基因型调控，这种调控

在果实发育过程中也至关重要。3个软枣猕猴桃品种(系)果实发育过程中糖酸含量变化有一定的差异,但总体相似。三个品种(系)至果实发育中期果糖含量最高,葡萄糖含量次之,蔗糖含量最低,而从果实发育中后期开始蔗糖含量迅速增加,采收期蔗糖含量跃居第一;葡萄糖含量则从果实发育后期有小幅增加,接近果糖水平。果实成熟软化后'桓优1号'果实葡萄糖含量超过果糖,而'魁绿'和'蛟河3号'葡萄糖含量则接近果糖水平。本研究中3个软枣猕猴桃品种(系)果实以蔗糖为主,这个结果与李金龙等[13]在李子、陈美霞等[14]在'凯特'杏上的研究结果相似;而与魏国芹等[15]在樱桃中的研究结果不同。

3个软枣猕猴桃品种(系)果实主要含柠檬酸、奎宁酸、抗坏血酸、苹果酸、草酸和莽草酸,在'魁绿'中还检测出乳酸。3品种(系)果实发育过程中有机酸组分的变化趋势也大体相同。在果实发育初期奎宁酸含量远远高于柠檬酸、苹果酸和抗坏血酸,但在整个生长发育过程中逐渐下降,果实成熟后奎宁酸含量位居第二;在果实发育初期柠檬酸、苹果酸和抗坏血酸含量水平相当,但柠檬酸在果实发育过程中逐渐增加,果实成熟时柠檬酸含量跃居有机酸含量之首,而苹果酸和抗坏血酸含量变化不大,即软枣猕猴桃为柠檬酸优势型果实。这个结果与周元等[7]在哑特品种上的试验结果一致(华优和果丰楼为奎宁酸优势型),而与王刚等[6]在美味猕猴桃和中华猕猴桃上的研究结果不一致(大部分品种为苹果酸或奎宁酸优势型),也与砂梨的研究结果不同(苹果酸优势型)[2],这可能是果树树种品种不同所致,同时也不排除果实成熟度把握上的差异影响,因为各种果实在成熟过程中主酸顺序发生变化。

参考文献:

[1] 芦宁超,张冰冰.生物技术在果树上应用研究现状及发展方向[J].吉林农业科学,2008,33(2):48-52.

[2] 胡红菊,陈启亮,王友平,等.4个砂梨品种果实发育过程中主要糖酸含量的变化[J].华中农业大学学报,2007,26(2):251-255.

[3] KADER A A. Flavor quality of fruits and vegetables[J].Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008, 88(11): 1863-1868.

[4] 林　玲,孙光明,李绍鹏,等.园艺植物果实中糖代谢的研究进展[J].华南热带农业大学学报,2005(4):37-41.

[5] 李金龙.果实内糖的积累与糖代谢相关酶[J].中国林副特产,2015(3):92-93.

[6] 王　刚,王　涛,潘德林,等.不同品种猕猴桃果实有机酸组分及含量分析[J].农学学报,2017,7(12):81-84.

[7] 周　元,傅虹飞.猕猴桃中的有机酸高效液相色谱法分析[J].食品研究与开发,2013,34(19):85-87.

[8] 傅　琦.用HPLC法测定猕猴桃鲜果中糖含量[J].贵州科学,1991(2):145-148,160.

[9] 宋洪伟,张冰冰,梁英海,等.东北地区主要野生浆果资源分布及利用研究[J].吉林农业科学,2009,34(3):51-54.

[10] Nisperos-Carriedo M O, Buslig B S, Shaw P E. Simultaneous detection of dehydroascorbic, ascorbic,and some organic acids in fruits and vegetables by HPLC[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40(7): 1127-1130.

[11] Barboni T, Cannac M,Chiaramoni N. Effect of cold storage and ozone treatment on physicochemical parameters, soluble sugars and organic acids in Actinidia deliciosa[J]. Food chemistry, 2010, 121(4): 946-951.

[12] 温舒元,范杰英,魏春雁,等.分光光度法测定大豆中植酸含量的不确定度评估[J].东北农业科学,2019,44(3):92-96.

[13] 李金龙,马光恕.李果实发育过程中糖含量变化与糖代谢相关酶的关系[J].中国林副特产,2014(3):21-23.

[14] 陈美霞,陈学森,慈志娟,等.杏果实糖酸组成及其不同发育阶段的变化[J].园艺学报,2006,33(4):805-808.

[15] 魏国芹,孙玉刚,孙　杨,等.甜樱桃果实发育过程中糖酸含量的变化[J].果树学报,2014,31(S1):103-109.

(责任编辑:王丝语)