

水果中蔗糖、还原糖、可溶性糖与甜度相关性的研究

李文生, 杨 媛, 石 磊, 冯晓元, 张长松, 杨军军

(北京市农林科学院 林业果树研究所, 北京 100093)

摘 要:对 12 种水果中蔗糖、葡萄糖、果糖与甜度相关性进行分析, 确定评价水果甜度的适宜指标。结果表明: 可溶性糖与甜度相关性最大, $R^2=0.9740$, 表明可溶性糖是反映水果甜度的适宜指标。对单一品种西瓜、脐橙、南果梨进行验证, 可溶性糖与甜度相关性更高, $R^2=0.9991\sim 0.9996$, 说明以可溶性糖反映水果甜度具有较高的准确性和广泛的适应性。

关键词:蔗糖; 还原糖; 可溶性糖; 甜度; 相关性

中图分类号:S 66—3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2012)01—0058—03

水果的甜度是消费者、栽培者、育种者都非常关心的指标之一, 它的表示及测定方法有可溶性固形物^[1]、蔗糖^[2]、还原糖^[3]、可溶性糖^[4]等。可溶性固形物是指能溶于水的糖、酸、维生素、矿物质等的百分率, 它测定简便, 但对含糖量的表示不够准确。为准确表示糖的含量, 需要测定还原糖、蔗糖、可溶性糖等指标, 但由于人们对各种糖成分甜度的感觉不同, 水果中各种糖分含量的比例不同, 单一测定某种糖含量仍难以评价其甜度。在对外检测服务中, 客户拿来同一品种不同栽培处理的水果, 要求测定各种处理还原糖的含量, 之后感觉测定结果的还原糖含量与食用甜度存在差异, 因此, 对甜度与各种糖含量的相关性进行了研究, 以期望找到适宜的评价指标。

1 材料与方法

材料取自王朝春^[5]整理的数据库, 包括 12 种常见水果(表 1)。该表中还原糖=葡萄糖+果糖, 可溶性糖=蔗糖+还原糖, 甜度=(葡萄糖 $\times 0.7$)+(果糖 $\times 1.4$)+蔗糖。采用 Excel 软件分别计算还原糖与甜度、蔗糖与甜度、可溶性糖与甜度的相关性。

2 结果与分析

2.1 水果还原糖与甜度的相关性

水果中的还原糖包括葡萄糖和果糖, 还原糖与甜度的相关性 $R^2=0.4739$ (图 1), 相关性较低, 因此测定还原糖的数值多少与食用时甜度感觉会存在差异, 用还原糖

表 1 12 种水果中糖的组成与甜度

名称	葡萄糖	果糖	蔗糖	还原糖	可溶性糖	甜度
苹果	1.73	5.91	2.58	7.64	10.22	12.06
梨	1.69	6.62	1.73	8.31	10.20	12.18
李	2.74	2.06	2.78	4.8	7.58	7.58
桃	1.16	1.27	5.38	2.43	7.81	7.97
杏	1.73	0.83	5.12	2.56	7.72	7.49
葡萄	7.28	7.33	0.42	14.61	15.03	15.78
草莓	2.33	2.23	0.90	4.56	5.50	5.65
甜橙	2.30	2.50	3.50	4.8	8.33	8.61
越橘	2.66	0.74	0.53	3.4	3.93	3.43
菠萝	2.13	2.44	7.83	4.57	12.40	12.74
香蕉	3.80	3.80	10.60	7.6	18.20	18.58
甜樱桃	6.10	5.50	0.22	11.6	11.82	12.19

反映水果甜度准确性较低。

2.2 水果蔗糖与甜度的相关性

水果中蔗糖与甜度的相关性更低, $R^2=0.1867$ (图 2), 测定水果中蔗糖含量反映甜度可靠性也较差。

2.3 水果可溶性糖与甜度相关性

可溶性糖包括还原糖和蔗糖, 尽管各种成分糖含量不一、甜度也不一样, 但可溶性糖与甜度却有相当高的相关性, $R^2=0.9740$ (图 3), 能较好地反映甜度的变化, 是反映水果甜度的适宜指标。由于该数据采自 12 种水果, 说明水果可溶性糖与甜度的高相关性有广泛的适应性。

2.4 可溶性糖与甜度相关性验证

对单福成等^[6]、王贵元等^[7]、于年华等^[8]在西瓜、脐橙、南果梨研究中的葡萄糖、果糖、蔗糖数据(表 2、3、4), 按照表 1 方法进行相关分析, 验证了可溶性糖与甜度高度相关这一结论。该数据中西瓜可溶性糖与甜度相关性 $R^2=0.9996$ (图 4), 脐橙可溶性糖与甜度相关性 $R^2=0.9991$ (图 5), 南果梨可溶性糖与甜度相关性 $R^2=0.9992$ (图 6), 均远大于还原糖与甜度的相关性及蔗糖与甜度的相关性。单一水果中可溶性糖与甜度之间存在高相关性, 进一步肯定了同品种、不同处理间测定可溶性糖比较甜度的准确性。

第一作者简介:李文生(1964-), 男, 北京人, 本科, 副研究员, 现主要从事果品质量检测及果品无公害防腐保鲜研究。E-mail: li-wenshenglgs@sina.com。

责任作者:冯晓元(1965-), 女, 辽宁人, 博士, 研究员, 主要从事果品质量检测及果品无公害防腐保鲜研究工作。E-mail: fxy46@126.com。

基金项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(201003064); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项资助项目。

收稿日期:2011-10-27

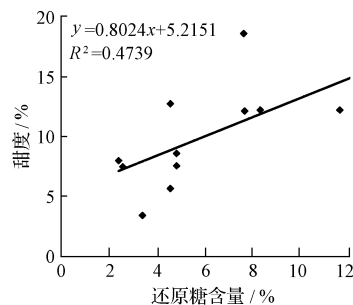


图1 还原糖与甜度相关性

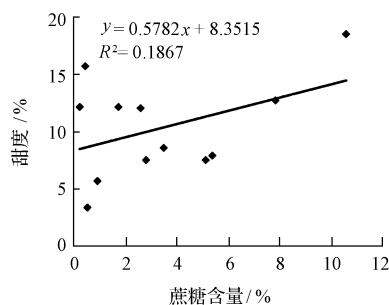


图2 蔗糖与甜度相关性

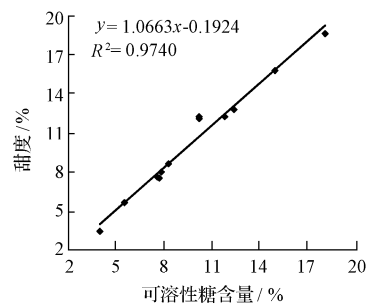


图3 可溶性糖与甜度相关性

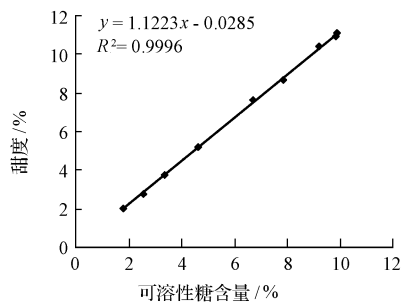


图4 西瓜可溶性糖与甜度相关性

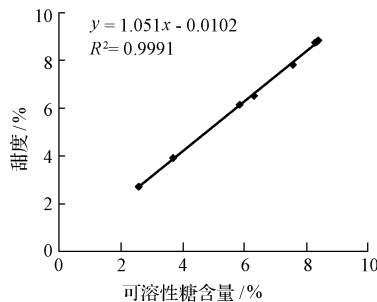


图5 脐橙可溶性糖与甜度相关性

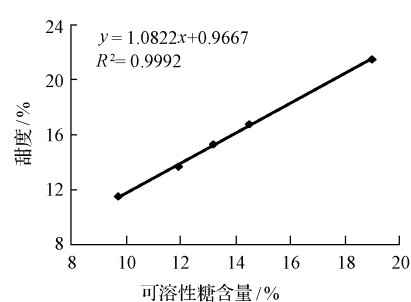


图6 南果梨可溶性糖与甜度相关性

表2 西瓜中糖的组成与甜度

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9
葡萄糖	0.31	0.99	1.33	1.67	2.36	3.02	2.18	2.06	1.45
果糖	0.71	1.20	1.82	2.51	3.81	4.01	4.30	4.07	3.98
还原糖	1.02	2.19	3.15	4.18	6.17	7.03	6.48	6.13	5.43
蔗糖	0.78	0.34	0.22	0.46	0.54	0.80	2.74	3.71	4.43
可溶性糖	1.80	2.53	3.37	4.64	6.71	7.83	9.22	9.84	9.86
甜度	2.00	2.75	3.75	5.21	7.62	8.65	10.37	10.93	11.08

表3 脐橙中糖的组成与甜度变化

项目	1	2	3	4	5	6	7	8
葡萄糖	0.456	0.460	0.864	1.083	1.802	1.493	1.541	1.703
果糖	0.576	0.909	1.304	1.257	1.821	2.153	2.183	2.207
还原糖	1.032	1.369	2.168	2.340	3.623	3.646	3.724	3.910
蔗糖	1.562	2.317	3.682	3.971	3.937	4.733	4.559	4.457
可溶性糖	2.594	3.686	5.850	6.311	7.560	8.379	8.283	8.367
甜度	2.706	3.930	6.147	6.532	7.820	8.852	8.756	8.807

表4 南果梨中糖的组成与甜度变化

项目	1	2	3	4	5
葡萄糖	4.145	5.749	3.941	2.366	3.516
果糖	8.313	9.965	7.884	6.024	6.748
还原糖	12.458	15.714	11.825	8.39	10.264
蔗糖	2.029	3.286	1.334	1.325	1.650
可溶性糖	14.487	19.000	13.159	9.715	11.914
甜度	16.735	21.491	15.288	11.509	13.699

3 结论与讨论

可溶性糖与甜度相关性最大, $R^2 = 0.9740$, 表明可溶性糖是反映水果甜度的适宜指标。对单一品种西瓜、

脐橙、南果梨进行验证, 可溶性糖与甜度相关性更高, $R^2 = 0.9991 \sim 0.9996$, 说明以可溶性糖反映水果甜度具有较高的准确性和广泛的适应性。

葡萄糖、果糖、蔗糖是水果中糖的主要成分, 但这3种糖的甜度不同, 使水果的甜度既与某种糖的含量有关, 又与糖的种类有关, 使得甜度的表示变得复杂。单一某种糖含量高低与食用甜度感觉存在差异, 选择适宜的测定指标显得尤其重要。该文的分析说明采用还原糖、蔗糖测定数据不能反映人的甜度感觉, 可溶性糖中各种糖成分的甜度虽然不同, 但其总量却是评价水果甜度的适宜指标。

参考文献

- [1] ISO2173-2003. 水果蔬菜产品可溶性固形物含量的测定[S].
- [2] GB/T5009.8-2008. 食品中蔗糖的测定[S].
- [3] GB/T5009.7-2008. 食品中还原糖的测定[S].
- [4] GB6194-1986. 水果、蔬菜可溶性糖测定法[S].
- [5] 王朝春. 论水果风味冰质制品的制作工艺、风味、风味调整[EB/OL]. http://ljflavor.com/lvjing/modules/news_content.php?newsid=52. 2007-05-24.
- [6] 单福成, 王如英, 谭俊杰. 西瓜果实发育中糖分转化及其甜度增长规律的研究[J]. 河北农业大学学报, 1991, 14(4): 10-14.
- [7] 王贵元, 夏仁学, 曾祥国, 等. 外源脱落酸和赤霉素对红肉脐橙果肉糖含量的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(11): 2451-2455.
- [8] 于年文, 李俊才, 王家珍, 等. 不同产地南果梨果实品质比较[J]. 北方园艺, 2009(12): 86-87.

Study on the Correlation Relationship Between Sweetness and Sucrose, Reducing Sugars, Soluble Sugars in Fruits

LI Wen-sheng, YANG Yuan, SHI Lei, FENG Xiao-yuan, ZHANG Chang-song, YANG Jun-jun
(Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100093)

白粉玉簪甾体皂苷提取方法研究

徐 金^{1,2}, 李晓东², 刘洪章¹, 张金政²

(1. 吉林农业大学 生命科学院, 吉林 长春 130118; 2. 中国科学院 植物研究所 植物园, 北京 100093)

摘 要:通过单因素实验(乙醇浓度、料液比、温度、超声时间、超声功率)和正交实验选取最适甾体皂苷提取条件。结果表明:白粉玉簪甾体皂苷最佳提取条件为乙醇浓度 55%, 料液比 1:22, 温度 50℃, 超声时间 55 min, 超声功率 90 W。

关键词:白粉玉簪; 甾体皂苷; 提取

中图分类号:S 682.1⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)01-0060-03

玉簪属(*Hosta*)植物为百合科多年生宿根草本花卉,具有较高的观赏价值和药用价值^[1-2]。该属植物分布于亚洲温带和亚热带地区,主要原产于中国、韩国和日本。该属共有 3 个亚属 10 个组 43 个原始种,我国原产的玉簪属植物有玉簪(*Hosta*)、紫萼玉簪(*Hosta ventricosa*)、东北玉簪(*Hosta ensata*)和白粉玉簪(*Hosta albofarinosa*)4 个原始种^[3]。其中白粉玉簪因全株有白粉而得名,主要分布于我国安徽省。

玉簪属植物根中的化学成分主要包括黄酮类、甾体皂苷类和生物碱类。其中甾体皂苷是一类极性较强的大分子化合物,不容易结晶,易溶于水和醇,是自然界中分布很广的一类天然有机化合物。Yoshihior 等^[4]从长柄玉簪(*H. Longipes*)根部甲醇提取物的正丁醇萃取物中,分离得到 12 个化合物。Yoshihior 等^[5]用甲醇对蓝粉皂苷(*H. sieboldii*)的根进行提取,并用正丁醇对提取物进行萃取,从中分离出 18 个甾体皂苷,其中 6 个是新皂苷,包括吉托皂苷元、剑麻皂苷元、海柯皂苷元、门诺皂苷元、新吉托皂苷元、龙舌兰皂苷元等。Kenichi 等^[6]从 *Hosta montana* 甲醇提取部分中鉴定出 5 种甾体皂苷元,分别为剑麻皂苷元、龙舌兰皂苷元、9-去氢海柯皂苷元、吉托皂苷元、新吉托皂苷元、门诺皂苷元。

传统的皂苷提取方法主要包括溶剂法和沉淀法,但是提取分离有效组分的量以及纯化的程度都相对较低。除此之外还有超临界萃取法、超声波萃取法等。超声提取很适用于对热敏感、在较高温度易被酶水解破坏的有效成分,如皂苷等成分的提取。超声波破碎细胞过程是一个物理过程,提取过程中无化学反应,也无需加热,被浸提的具有生物活性的物质,其生物活性保持不变^[7],同时提高了破碎速度,缩短了破碎时间,提取效率大大提高,超声提取天然药物有效成分具有周期短、成本低、不破坏活性成分等显著优点,具有很好的应用前景。

在超声法与常规法对部分中药苷类成分提取率的比较中,用常规法得黄芩中黄芩苷得率为 1.85%,而超声法得率 3.48%;提取天麻中天麻素常规法得率为 0.62%,而超声法得率为 1.31%;常规法得到穿山龙中薯蓣皂苷得率为 1.85%,而超声法得率为 2.33%^[8]。在用超声提取对西洋参总皂苷进行含量测定时,超声 15 min 的提出率与索氏提取 6 h 的一致^[9],但超声提取取样量小,所用溶剂少,检验周期短^[10]。应用超声波提取白头翁总皂苷,操作程序大大简化,缩短了提取时间,提高了产品的产量和纯度,改造了既繁琐费时又耗能的常用提取法^[11]。现采用超声萃取的方法,通过单因素实验及正交实验,探讨白粉玉簪甾体皂苷的最佳提取条件。

1 材料与方法

1.1 试验材料

白粉玉簪,采自中国科学院植物研究所,根部晒干,粉碎过 40 目筛;无水乙醇、石油醚、正丁醇,均为分析纯。仪器与设备:RE-52C 旋转蒸发仪(上海青浦沪西仪器

第一作者简介:徐金(1986-),男,在读硕士,研究方向为经济作物资源。E-mail: xujin19861022@163.com。

责任作者:刘洪章(1957-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为作物资源。E-mail: lhz@163.com。

基金项目:中国科学院植物研究所资助项目(KSCX2-EW-B-02)。

收稿日期:2011-10-10

Abstract: The correlation relation between sweetness and sucrose, reducing sugars and soluble sugars in 12 fruits was discussed to establish the best evaluation index of sweetness. The results indicated that the soluble sugars showed a best correlation with sweetness ($R^2=0.9740$), the soluble sugars could reflect the sweetness properly. The proposed model was verified by watermelon, naval orange or Nanguo pear. The results indicated that the soluble sugars showed a best correlation with sweetness ($R^2=0.9991\sim0.9996$). This hinted that the soluble sugars could reflect the sweetness properly with accurate and widespread applicability.

Key words: sucrose; reducing sugars; soluble sugars; sweetness