

不同品种橄榄汁理化性质与制汁特性的研究

刘清培^{1,2,3}, 周美龄^{1,2,3}, 傅娟^{2,3}, 郑秀丽^{2,3}, 曾绍校¹, 郑宝东^{1,*}

(1. 福建农林大学 食品科学学院, 福建 福州 350002; 2. 福州大世界橄榄有限公司, 福建 福州 350101;
3. 国家热带水果加工技术研发分中心, 福建 福州 350101)

摘要: 通过对我国橄榄主产区福建主栽的5个橄榄品种的果汁理化性质进行测定、分析, 结果表明: 惠圆橄榄出汁率最高, 果汁褐变度轻、色泽鲜亮、感官品质良好, 适合作为澄清型果汁的加工原料; 长营橄榄的果汁糖酸含量最高, 色泽鲜艳, 适合加工成浑浊型果汁, 但其果汁褐变速率最快, 耐贮性较差, 因此加工过程应注意护色; 檀香橄榄汁的可溶性糖含量最高、褐变程度轻、出汁率较高, 且酚糖比最低、果汁风味好, 是制汁与鲜食兼用的良好品种。因此, 所研究的5个品种中, 惠圆、长营及檀香橄榄具有较好的制汁特性, 而自来圆和诏安橄榄两个品种各项制汁指标均没有显著的优势。试验结果为果农和橄榄汁生产者选择适宜的橄榄品种提供了科学参考。

关键词: 橄榄; 品种; 果汁; 理化性质; 制汁特性

Study on Physic-chemical Characteristics of Fruit Juice and Suitability of Chinese Olive Cultivars for Juice Processing

LIU Qing-pei^{1,2,3}, ZHOU Mei-ling^{1,2,3}, FU Juan^{2,3}, ZHENG Xiu-li^{2,3}, ZENG Shao-xiao¹, ZHENG Bao-dong^{1,*}

(1. Food Science College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China;
2. Fuzhou Great Olive Co., Ltd., Fuzhou 350101, Fujian, China; 3. National R & D Center for Tropical Fruit Processing, Fuzhou 350101, Fujian, China)

Abstract: The physic/chemical characteristics of processed juice from 5 Chinese olive cultivars in Fujian province were studied, and their suitability for juice processing was evaluated. The results showed that the cultivars of Huiyuan were suitable for clear juice processing because of their light brown-becoming degree, moderate sugar/acid ratio, good sensory quality, highest yield and good storability. The cultivars of Changying were suitable for cloudy juice processing because of their highest sugar and acid content and the best color among the tested 5 cultivars, but their juice color were quite prone to browning which need a high effect color retention method during juice processing. The Tanxiang was a good cultivar for both juice processing and fresh-eating due to its light brown-becoming degree, highest soluble sugar and high yield, good flavor and storability, and lowest polyphenol/sugar ratio. Therefore, Huiyuan, Changying and Tanxiang have the better adaptability for juice processing, characteristics of the other two cultivars showed they were not suitable for juice processing. The test results provide a scientific reference for growers and producers of Chinese olive juice processing to choose suitable olive varieties.

Key words: Chinese olive; cultivars; juice; physic-chemical characters; juice processing

橄榄 [*Canarium album* (Lour.) Raeusch.], 又名青橄榄、白榄, 英文名 Chinese White Olive, 为橄榄科 (*Burseraceae*) 橄榄属 (*Canarium*) 常绿乔木, 是著名的亚热带

作者简介: 刘清培 (1976—), 男 (汉), 高级工程师, 博士, 研究方向: 现代农产品加工技术。

* 通信作者

带、热带果树^[1]。我国是世界橄榄栽培最多的国家, 且规模与产量均居世界首位^[2]。橄榄果肉和核仁均富含多种活性物质, 极具营养价值与医疗保健作用, 如橄榄果肉具有醒酒护肝、抗菌消炎与抗病毒之功效。临床试验表明, 橄榄还具有治疗乳腺增生、增强免疫及抗肿瘤活性、改善骨髓微环境^[3]等作用。此外, 近年对

橄榄黄酮在医疗方面的研究也显示出广阔的应用价值^[4]。

近年来,随着城乡居民生活水平的提高,人们的饮食需求结构也发生了巨大变化,对橄榄加工制品的形式与质量的要求也越来越高。橄榄的品种不同,其加工特性也存在差异,因此适宜加工的产品也有所不同,例如多酚类物质含量高的橄榄品种,加工蜜饯容易白胚,感官品质差;加工橄榄菜则要求原料可食率高,果胶物质含量与有机酸含量高;加工罐头制品要求原料橄榄果肉紧密、不发绵为宜;加工橄榄汁饮料要求原料果的糖、酸含量高,香味浓并且出汁率高等。国内对苹果、杏、桃等水果的制汁适宜性已有相关研究报道^[5],而对橄榄制汁特性,尤其是对当前我国主栽橄榄品种果汁理化性质的系统研究鲜见报道。

福建是我国橄榄的主产区,福州闽侯是“中国橄榄之乡”^[6]。以福建主栽的5个橄榄品种为研究对象,通过对其果汁的理化指标进行检测与分析,研究该地区当前产量较高的5个橄榄品种的品质特性与制汁适宜性,以期为果农和橄榄制品加工企业等选择适宜的橄榄品种提供理论参考。

1 试验材料与方法

1.1 材料与设备

本试验所用5个橄榄品种采自福建省各主要产区,均为露地栽培,并选择无病虫害、果形较好且成熟度一致的橄榄果实。其中“长营”、“惠圆”和“自来圆”采自福州大世界橄榄有限公司鸿尾、白沙种植基地,“檀香”采自福州闽侯大目埕,“诏安橄榄”采自漳州诏安。各品种分别选取产量、长势较一致的橄榄植株各3株,并随机从不同方向采取大小中等、九成到九五成熟度的鲜果100个用于指标测定与分析。

DHG-9146A 电热恒温鼓风干燥箱、DK-S26 电热恒温水浴锅:上海精宏实验设备公司;752Pro 紫外可见分光光度计:上海棱光技术有限公司;Anke TGL-18C 离心机:上海安亭科学仪器厂;Synergy HT 全自动酶标仪:美国 Bio-Tek 公司;WYT-4 型手持糖度计:上海沪粤明科学仪器公司;WGZ-100 浊度计:上海昕瑞仪器仪表公司;SC-80C 全自动色差计:北京康光光学仪器公司。

1.2 试验方法

1.2.1 橄榄果汁的制备

橄榄鲜果→清洗→去核→破碎→榨汁、护色(0.06%异抗坏血酸钠)→纱布粗滤→杀菌→滤纸二次过滤→灌装→橄榄果汁→4℃保存备用

1.2.2 出汁率的测定

橄榄鲜果用石锤拷扁、人工脱核后,切碎、压榨、取汁称重:出汁率/%=(总的果汁质量/榨汁所用橄榄果肉质量)×100。

1.2.3 理化指标的测定

可溶性固形物含量(TSS)的测定^[7]:用手持糖度计测量;可溶性糖含量的测定^[8]:用改进后3,5-二硝基水杨酸(DNS)法测定;总多酚含量的测定^[9]:采用改进后的菲林试剂法(Folin-Ciocalteu 比色法)测定,用没食子酸作标准曲线,在波长760 nm吸光度下用酶标仪进行测定; V_c 含量测定:参考国标 GB/T 6195-1986《水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)》测定;总酸含量测定:参考国标 GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》测定。

1.2.4 橄榄汁色度的测定

用 SC-80C 全自动色差计测定 L^* 、 a^* 、 b^* 值,并用 L^* 、 a^* 、 b^* 值的模式对果汁颜色进行测定和评价。每种果汁取 20 mL 于比色皿中,并分别用保鲜膜盖上,后将色彩色差计调整至紧贴于保鲜膜,测定各品种果汁的 L^* 、 a^* 、 b^* 值。 L^* 值为明度,反映色泽的亮度程度; a^* 值的正数代表红色,负数代表绿色; b^* 值的正数代表黄色,负数代表蓝色。

1.2.5 橄榄汁浊度与稳定系数的测定^[10]

橄榄汁浊度的测定:将鲜榨的果汁用蒸馏水稀释500倍,后用 WGZ-100 浊度计测量。浊度值越高表明该品种越不适合做澄清果汁。

橄榄汁稳定系数的测定:取 10 mL 果汁样品,用纯净水稀释至 40 mL,置于 50 mL 离心管中,在 4 200 r/min 的条件下离心 13 min,再分别取出离心前和离心后样品各 3 mL 于试管中,用纯净水稀释至 15 mL。用分光光度计在 660 nm 波长下测定样品吸光度。稳定系数 $R/\%=(\text{离心后吸光度}/\text{离心前吸光度})\times 100$ 。稳定系数越大说明果汁越稳定。

1.2.6 橄榄汁褐变度的测定

果汁褐变度是指将果汁充分暴露在空气中时,其色泽随时间的变化程度。本试验采用 L^* 、 a^* 、 b^* 值的模式对果汁色泽变化程度进行测定、分析和评价。前期的研究表明:前 60 min 的果汁颜色变化能够反映不同橄榄品种之间的差异,因此,试验中将每种果汁取 20 mL 于比色皿中,让其充分暴露在空气中,并分别用色彩色差计测定 0、15、30、45、60 min 时的 L^* 、 a^* 、 b^* 值,再以 0、15、30、45、60 min 时的测定值(L^* 、 a^* 、 b^*)分别作图,后计算所得直线的斜率(即为 L^* 、 a^* 、 b^* 的变化率),其值即为果汁的褐变度。

1.2.7 试验结果统计分析方法

每个评价指标均重复测定 3 次, 并取其平均值。统计分析使用 SPSS 19.0 软件进行方差分析(ANOVA), DUNCAN 多重域检验确定数据间的差异, 显著水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同橄榄品种果汁理化指标的差异性分析

出汁率越高, 果汁制品生产成本越低, 出汁率是水果加工特性的重要评价指标之一。苹果、柑橘等热

带水果加工性能研究表明^[11-12], 果实制汁特性的好坏, 主要取决于其果肉的出汁率与可溶性固形物含量。同时, 研究^[13]表明: 果汁中的多酚类物质是导致成品货架期色泽变化与混浊沉淀重要因素, 果汁中的多酚类物质易被氧化形成醌类物质, 后进一步聚合成类黑精, 使果汁颜色变暗、变深。另外, 果汁中的多酚类物质与蛋白质在货架期间还会逐渐集聚, 进而形成聚合物导致成品产生混浊沉淀现象。因此, 多酚类物质含量也是评价水果制汁适宜性的重要指标之一。不同品种橄榄汁理化指标差异如表 1 所示。

表 1 橄榄汁理化指标的差异

Table 1 Differences in physical and chemical characters of Chinese olive juice

品种	出汁率/%	TSS/%	可溶性糖/%	总酸(苹果酸)/%	总酚/(mg/mL)	V _c /(mg/mL)
惠圆	59.11±0.95a	11.30±0.22ab	1.41±0.03bc	0.52±0.02a	15.08±0.02d	0.46±0.01bc
长营	46.80±1.36c	11.70±0.29a	1.48±0.05ab	0.56±0.02a	18.03±0.01b	0.51±0.02a
檀香	52.71±0.97b	10.67±0.28b	1.53±0.04a	0.44±0.03b	14.73±0.03e	0.44±0.02ab
自来圆	48.33±1.28c	11.12±0.21ab	1.36±0.02c	0.43±0.03bc	15.79±0.04c	0.35±0.03bc
诏安橄榄	49.33±1.83c	11.05±0.33b	1.26±0.04d	0.36±0.03c	18.24±0.02a	0.33±0.01c

注: 同一列数值后的字母表示不同品种橄榄汁在 $P<0.05$ 水平时的差异性, 字母不同表示差异显著。

由表 1 可以看出, 不同品种橄榄汁理化指标存在显著性差异。5 个品种橄榄汁中, 惠圆橄榄的出汁率最高, 且果汁的总酸和 V_c 含量较高、总酚含量较低, 是加工澄清型橄榄果汁的适宜品种。长营橄榄的可溶性固形物、总酸与 V_c 含量均最高, 是加工高酸橄榄果汁的理想品种。檀香的可溶性糖含量最高, 总酚含量最低, 说明檀香更适宜作为鲜食用品种。诏安橄榄总酚含量最高, 其余指标与自来圆同属一般水平, 因此自来圆与诏安橄榄适合作为加工凉果蜜饯的原料。

2.2 不同品种橄榄汁色度的差异性分析

果汁色泽是水果品种的特性之一, 对于加工果汁, 特别是浑浊型果汁和 NFC 果汁(非还原果汁), 果汁色泽是其产品的重要感官品质之一。据研究, 叶绿素和类胡萝卜素是决定橄榄果肉的最主要因素, 橄榄品种不同, 其所含的叶绿素 a、叶绿素 b 以及类胡萝卜素的浓度也不同。不同橄榄汁色度差异性如表 2 所示。

表 2 橄榄汁色度差异性

Table 2 Chromatic aberration of Chinese olive juice

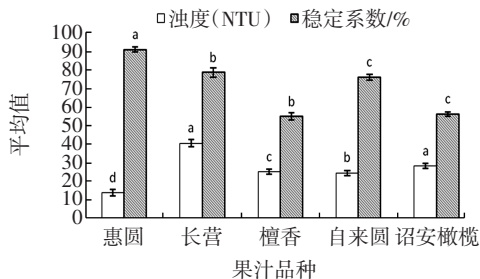
品种	L*	a*	b*
惠圆	35.54	-0.46	17.03
长营	38.18	-1.9	24.62
檀香	33.68	-0.24	17.95
自来圆	34.32	0.68	18.65
诏安橄榄	34.68	0.81	18.59

由表 2 可以看出, 5 种鲜榨橄榄汁中, L* 值最大的是长营果汁, 且其 a* 值与 b* 值的绝对值也是最大, 这与长营果汁中的酚类物质与 V_c 含量高存在极大关系, 因为酚类氧化聚合与 V_c 降解均会引起果汁的褐变, 进而影响果汁的稳定性与浊度。因此, 长营橄榄不适合做澄清果汁。由表 2 可以看出, 惠圆果汁的 b* 值的绝对值最小而 L*、a* 值得绝对值较小, 檀香果汁的 a* 值绝对值最小而 L*、b* 值得绝对值较小, 说明惠圆与檀香橄榄加工特性比较好, 比较适合作为澄清型果汁的加工原料。

2.3 不同品种橄榄汁浊度与稳定系数的差异性分析

浊度与稳定系数也是衡量澄清型果汁加工特性的重要评价指标。研究显示, 果汁的浊度与稳定系数主要源自于果汁中的果胶、蛋白质以及多酚等物质之间的相互作用, 如: 酶促褐变、活性蛋白和多酚类物质相互聚合; 同时, 活性蛋白与多酚等物质的聚合会逐渐形成大的胶体颗粒, 进而影响果汁的浊度与稳定系数; 此外, 酚类物质经酶促褐变与非酶褐变之后也会集聚成大的分子颗粒, 影响果汁成品的浊度与稳定系数。而浊度与稳定系数会直接影响果汁的外观品质以及理化品质。不同品种的橄榄果汁由于营养成分以及理化性质的不同, 浊度与稳定性也会存在很大的差异, 结果如图 1 所示。

由图 1 可见, 不同品种橄榄汁浊度与稳定系数的



同一指标不同字母表示不同品种橄榄汁在 $P < 0.05$ 水平时的差异性,字母不同表示差异显著。

图1 不同品种橄榄汁浊度与稳定系数的差异性比较

Fig.1 Differences of the turbidity and stability coefficient of different varieties of olive juice

差异性显著。惠圆橄榄所榨果汁的浊度显著低于其他橄榄汁,其次是自来圆、檀香与诏安橄榄,长营果汁的浊度最大。同时,惠圆橄榄汁的稳定系数也显著高于其他橄榄汁的稳定系数。以上结果表明,惠圆橄榄具有较好的制汁特性,且更适合做澄清型果汁。

2.4 不同品种橄榄汁褐变速率的差异性分析

果汁褐变速率是衡量加工用橄榄品种的又一项重要指标。当橄榄果汁与空气相接触时,果汁中多酚类物质、果胶以及活性蛋白等物质之间会相互聚合或氧化形成醌类物质与类黑精,使果汁颜色变深,还包括多酚物质与活性蛋白等物质在酶的作用下相互集聚形成的大胶体颗粒,最终进而影响果汁色泽。此外,果汁的 L^* 值降低、 a^* 和 b^* 值升高也与多糖及酚类物质发生酶促褐变及非酶褐变有关,最终会导致橄榄汁变暗、变红及变黄。不同品种橄榄汁褐变速率如表3所示。

表3 不同品种橄榄汁褐变速率

Table 3 Browning rate of different varieties of Chinese olive juice

橄榄汁种类	L^* 变化率	a^* 变化率	b^* 变化率
惠圆	$-0.61 \pm 0.11b$	$0.11 \pm 0.03ab$	$-0.23 \pm 0.06a$
长营	$-0.82 \pm 0.07c$	$0.05 \pm 0.01bc$	$-0.93 \pm 0.05d$
檀香	$-0.10 \pm 0.05a$	$0.01 \pm 0.01c$	$-0.57 \pm 0.08bc$
自来圆	$-0.17 \pm 0.06a$	$0.14 \pm 0.02a$	$-0.47 \pm 0.07b$
诏安橄榄	$-0.78 \pm 0.11bc$	$-0.11 \pm 0.05d$	$-0.66 \pm 0.08c$

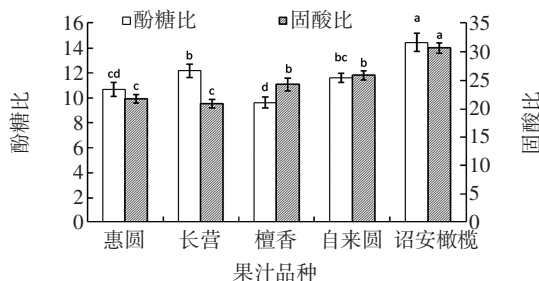
注:同一列数值后的字母表示不同品种橄榄汁在 $P < 0.05$ 水平时的差异性,字母不同表示差异显著。

由表3可以看出,5个橄榄品种中,惠圆果汁 b^* 值变化率最低,檀香果汁 L^* 与 a^* 值变化率最低,进一步表明惠圆与檀香橄榄具有较好的制汁加工特性。长营的 L^* 与 b^* 值变化最快,诏安橄榄的 L^* 、 a^* 与 b^* 值变化均很快,说明长营与诏安橄榄果汁发生的褐变速率比其他品种要快的多,这与这两种果汁多酚等物质

含量高有关,因此用长营与诏安橄榄加工果汁时要特别注意护色。

2.5 不同品种橄榄汁固酸比与酚糖比的差异性分析

橄榄的多酚类物质含量较高,不同的橄榄品种由于其理化特性不同,所榨果汁的可溶性固形物、可溶性糖、总酸和总酚的含量都有很大的区别,且固酸比与酚糖比是直接影响果汁的营养品质与风味品质,因此,橄榄果汁加工中必需通过调节这2个值来调节成品的营养与风味。不同的品种橄榄汁固酸比与酚糖比差异如图2所示。



同一指标不同字母表示不同品种橄榄汁在 $P < 0.05$ 水平时的差异性,字母不同表示差异显著。

图2 不同橄榄品种果汁酚糖比与固酸比

Fig.2 The ratio of total phenolic to soluble sugar and solid content to total acid between different Chinese olives juice

由图2可见,不同品种橄榄汁固酸比与酚糖比存在显著性差异,诏安橄榄的酚糖比与固酸比均最高,而长营橄榄的酚糖比次之,但固酸比最低,这表明这两个品种加工的果汁偏涩,适合作为凉果蜜饯的原料。檀香、惠圆与自来圆的酚糖比较低,比较适合作为果汁加工原料,其中,檀香橄榄酚糖比最低,且固酸比较高,说明檀香橄榄更适合作为鲜食与制汁兼用的原料。

3 结论

通过对我国橄榄主产区福建主栽的5个品种橄榄的果汁品质特性分析表明:惠圆果汁的稳定系数最大,浊度与色度变化率较小,可溶性糖和总酸含量较高,酚糖比与糖酸比适中,且出汁率最高,是比较适合作为澄清型果汁的品种。长营果汁色度 L^* 、 b^* 值最高、色泽艳丽,固形物、可溶性糖、总酸和 V_c 含量最高,且浊度与稳定系数也较高,更适合加工浑浊型果汁,但长营果汁多酚类物质含量最高,色度 L^* 、 b^* 值变化率最大,因此在加工浑浊型果汁时应特别注意护色。檀香果汁可溶性糖含量最高,多酚类物质含量最低, V_c 含量和出汁率比较高,酚糖比最低,是适合鲜食与制

(下转第153页)

- 89-90
- [3] 王佳炜,程楠,王训.微量元素钼的生理作用及其对机体功能的影响研究进展[J].医学综述,2013, 19(19):3460-3463
- [4] Hille R. The mononuclear molybdenum enzymes[J]. Chem Rev, 1996, 96(7):2757-2816
- [5] Mendel RR, Hansch R. Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants[J]. J Exp Bot, 2002, 53(375):1689-1698
- [6] Mendel RR. Cell biology of molybdenum[J]. Biofactors, 2009, 35(5): 429-434
- [7] 郑艺梅,胡承孝. 食物中的钼与人体健康[J]. 广东微量元素科学, 2005,12(8):1-4
- [8] 胡相红. 微量元素钼与人类健康[J].现代预防医学, 2001, 28(3): 353-355
- [9] 马福荣,贾乐,杨凤苓,等.富集微量元素钼的研究及在微生物中的应用[J]. 生物技术通报,2008,22(5):54-56
- [10] 王英,康龙丽,李洞.婴儿配方奶粉中的元素含量[J].国外医学医学地理分册, 2004, 25(4):172-174
- [11] 邢楠楠. 分光光度法测定不同钼矿样品及矿渣中钼的含量[J].黄
山学院学报, 2011, 13(3): 36-38
- [12] AMBAT P, AYYANN C. Optimizing medium constituents and fermentation conditions for citric acid production from palmyra jaggery using response surface method[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2001,18(17):331-335
- [13] 药璐, 闵伟红, 姜铁民. 添加干酪乳杆菌的益生菌酸乳生产工艺条件的优化[J]. 食品工业科技, 2013, 34(6): 251-256
- [14] 郝海玲,陶建中,马跃龙,等. 分光光度法同时测定鬼针草中锗和钼的含量[J]. 广东微量元素科学, 2005,12(10): 49-53
- [15] 陈忠书,金绍祥. 硫氰酸盐光度法快速测定铅锌矿中钼[J]. 矿产与地质, 2007, 21(3): 381-382
- [16] 赵明宇. 应用石墨炉原子吸收分光光度法检测水中钼[J]. 内蒙古科技与经济, 2011,235(9): 97-98
- [17] 夏行昊,姜毓君,单艺. 石墨炉原子吸收光谱法测定婴幼儿食品及乳品中钼[J]. 中国乳品工业,2014,42(5): 58-59,64

收稿日期:2015-01-27

(上接第 55 页)

汁兼用的品种。自来圆和诏安橄榄两个橄榄品种各项制汁指标均没有显著的优势。

参考文献:

- [1] Wen L R, Lin S, Zhu Q Q, et al. Analysis of Chinese Olive Cultivars Difference by the Structural Characteristics of Oligosaccharides[J]. Food Analytical Methods, 2015, 6(6): 1529-1536
- [2] 钟明,甘廉生. 坡地橄榄矮化早结栽培技术研究[J]. 中国南方果树,2003, 32(5):40-42
- [3] 常强,苏明华,陈清西. 橄榄化学成分与药理活性研究进展[J]. 热带作物学报,2013, 34(8): 1610-1616
- [4] 林健. 橄榄总黄酮的提取及其对大鼠脑缺血再灌注损伤的保护作用的研究[D]. 福州: 福建医科大学, 2008: 47-59
- [5] 袁亚宏,王周利,李彩霞,等. 鲜榨苹果汁的理化特性和感官品质相关性[J]. 食品科学,2012,33(19): 1-5
- [6] 林玉芬. 福建橄榄若干功能成分和品质相关指标的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2012: 1-3
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T12143-2008 饮料通用分析方法[S].北京: 中国标准出版社: 1-16
- [8] 关军锋. 果品品质研究 [M]. 石家庄: 河北科学技术出版社,2001: 412-414
- [9] Adom K, Sorrells E, Liu H. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(26): 7825-7834
- [10] 罗平. 饮料分析与检验[M]. 北京:中国轻工业出版社,1992: 43-44
- [11] Tian R, Hu H, Yang X, et al. Physical and chemical characteristics of pear juice and characteristic evaluation for juice processing[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2011, 50(9): 1866-1873
- [12] Wang L, Zhu G, Fang W, et al. Studies on quality index of some characters of juicing peach fruit[J]. Scientia Agriculturae Sinica, 2004, 37(3): 410-415
- [13] 谢姣,王华,马亚琴. 几种柑橘品种制汁适应性评价研究[J]. 食品科学,2010,31(17):153-157

收稿日期:2016-01-18