

# 枇杷果酒发酵工艺的优化

刘红云, 简清梅\*, 朱宇露, 罗威 (荆楚理工学院生物工程学院, 湖北荆门 448000)

**摘要** [目的] 优化枇杷果酒酿造的工艺参数。[方法] 以湖北省荆门市当地的枇杷鲜果为原料, 采用正交试验和感官评定考察不同发酵温度、酵母接种量、起始糖浓度、pH 和发酵时间对枇杷果酒质量的影响。[结果] 枇杷果酒发酵的最佳工艺条件是发酵温度 15 ℃, 起始糖浓度 20 Brix, pH 3.6, 酵母接种量 0.4%, 前期发酵时间 6 d。[结论] 所得果酒透明清亮, 色泽淡黄, 酒体醇香, 为枇杷的深加工利用提供了参考途径。

**关键词** 枇杷鲜果; 发酵; 果酒; 工艺条件

中图分类号 TS262.7 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)31-0045-03

## Optimization of the Loquat Fruit Wine Fermentation Technology

LIU Hong-yun, JIAN Qing-mei\*, ZHU Yu-lu et al (School of Biological Engineering, Jingchu University of Technology, Jingmen, Hubei 448000)

**Abstract** [Objective] To optimize the technological parameters of loquat fruit wine fermentation. [Method] With fresh loquat fruit in Jingmen City of Hubei Province as the raw materials, orthogonal test and sensory evaluation test were adopted to research the effects of fermentation temperature, inoculum size, initial sugar concentration, pH and fermentation time on fruit wine quality. [Result] The optimal technology condition of loquat fruit wine fermentation was as follows: 15 ℃ temperature, 20 Brix initial sugar concentration, pH 3.6, 0.4% yeast inoculum size, and 6 d pre fermentation time. [Conclusion] The obtained fruit wine is transparent and clear with light yellow color and fragrance wine, which provides references for the deep processing of loquat.

**Key words** Loquat fruit; Fermentation; Fruit wine; Technology condition

枇杷为蔷薇科枇杷属植物, 是我国南方的珍稀特产水果。枇杷成熟鲜果形如黄杏, 柔软多汁, 风味酸甜, 营养丰富, 富含胡萝卜素、 $V_C$ 、 $V_B$ 、氨基酸、有机酸、膳食纤维及钾、钙、铁等营养成分, 含可溶性糖 10% ~ 12%<sup>[1-3]</sup>, 具有止咳、润肺、利尿、健胃、清热的功效。有报道称, 枇杷还具有预防高血压、抗动脉硬化、抗血栓、抗胃溃疡、抗菌、消炎、抗肿瘤、抗突变的生物活性及皮肤保健和美容等功能<sup>[4-6]</sup>。因此, 对枇杷的开发利用有着较大的经济效益, 具有较好的发展前景。我国是枇杷的原产地, 也是世界上主要的枇杷生产国, 产量约占世界枇杷总产量的 70%<sup>[7]</sup>。由于枇杷采收期短, 皮薄不便贮藏和长途运输, 鲜果腐烂程度严重, 易造成一定的经济损失、资源浪费, 枇杷的深加工可以有效地解决这一问题。目前枇杷加工主要做成果汁、果脯、罐头产品, 以及枇杷膏、枇杷露等止咳药物<sup>[8]</sup>, 枇杷果酒已有相关研究报道, 但市场还鲜见其产品。

我国果酒业历史悠久, 拥有广大的消费群体和广阔的消费市场。随着人们对果酒的保健功能越来越重视, 对果酒型保健酒的消费需求也越来越大。近几年来, 我国相继开发出了苹果酒、梅子酒、橘子酒、山楂酒、杨桃酒、荔枝酒、菠萝酒、杨梅酒、草莓酒、枣子酒等。果酒新品种, 是果酒家族中的新

热点, 也正适应了国家提出的酿酒行业生产的“四个转变”的要求, 即高度酒向低度酒转变、蒸馏酒向酿造酒转变、粮食酒向果露酒转变、普通酒向优质酒转变<sup>[9]</sup>。果酒产业是今后我国酿酒行业的发展方向, 果酒生产立足于突出地方特色, 就地取材, 既可保证水果的新鲜度及酿酒质量, 又可减少长途运输所带来的损失, 最终降低生产成本。笔者拟以湖北荆门当地优质枇杷鲜果为原料, 采用纯汁发酵, 对枇杷果酒酿造工艺条件进行优化, 以期对枇杷的深加工提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 原料及主要试剂: 枇杷, 食品级, 购自湖北省荆门市东宝区; 白砂糖, 食品级, 购自荆门市优品汇购物广场; 果酒酵母, 食品级, 安琪酵母股份有限公司; 亚硫酸, 化学试剂, 荆楚理工学院实验室提供。

主要仪器设备: 721 型榨汁机, 上海第三分析仪器厂; 5 L 陈酿罐, 上海垒固有限公司; JY-1002 型电子天平, 上海上天精密仪器有限公司; IB-10T/18T/32T 型糖度计, 广州市铭睿电子科技有限公司; WY-1B07 温度计, 宁波市鄞州伟业温度计厂; 0-40、40-70、70-100 酒精度计, 北京普特仪表成套厂; C21-SC001 电磁炉, 九阳股份有限公司。

**1.2 发酵工艺** 枇杷果酒的制作工艺流程具体见图 1。

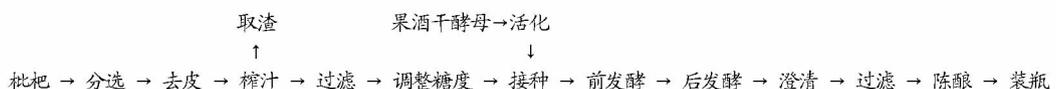


图 1 枇杷果酒制作工艺流程

Fig. 1 Process flow of preparation of loquat fruit wine

**基金项目** 湖北省大学生科技创新项目(201511336014); 荆楚理工学院大学生科技创新项目(KC2015001)。

**作者简介** 刘红云(1995-), 女, 湖北孝昌人, 本科生, 专业: 食品科学与工程。\* 通讯作者, 副教授, 硕士, 从事营养与功能食品研究。

**收稿日期** 2016-09-09

## 1.3 工艺操作过程

**1.3.1 原料处理。** 首先选择新鲜成熟并且外观上无破损的枇杷, 人工去掉果皮及果核, 用榨汁机将果肉榨为果汁, 然后在 37 ℃ 下保温 30 min。经冷却后, 向果汁中添加亚硫酸以

备发酵。

**1.3.2 成分调整。**调配并测定枇杷果汁的糖度和酸度。根据发酵工艺用白砂糖和亚硫酸调整枇杷果汁的糖度和酸度。果汁中的糖是酵母菌生长繁殖的碳源。枇杷鲜果含糖量为12.8%,若仅用鲜果浆汁发酵则酒度较低。因此,应适当添加白砂糖以提高发酵酒度。注意白砂糖不能直接投入到发酵罐中,而要先用少量果汁溶解后再加到发酵液中,并使发酵液混合均匀。

**1.3.3 活化及接种酵母。**活性干酵母复水活化,取相应量的干酵母投放于37℃温水,在35~38℃水浴中活化60 min。

**1.3.4 酒精发酵。**将活化好的酵母加入发酵罐,开始酒精发酵,过程中每天测定糖量及酒精度。糖度不再上升或上升不明显,酒精发酵结束,得到枇杷原酒。

**1.3.5 分离倒罐与后发酵。**发酵好的原酒经8层纱布过滤后,转入另一个相应容量的发酵罐内,进行后发酵。

**1.3.6 澄清及装瓶。**将发酵后的果酒静置,自然澄清,然后虹吸上层清酒储存。选择自然澄清是因为自然澄清法时间长,但其使果香味保留程度最大,而且对果酒品质影响最小,最后的出酒率也高。

**1.3.7 陈酿。**经澄清后的果酒放于陈酿罐中静置20 d左右,新酒经过较长时间的陈酿会使酒中的残糖充分发酵,而且杂质会逐渐沉淀,酒中的酸与酒发生酯化反应生成脂类芳香物质,即成为成熟的老酒。在陈酿过程中需要进行倒罐去除部分沉淀物。

## 1.4 测定项目与感官评定

**1.4.1 理化检测。**按GB/T 15038—94之相应规定检测。酒精度采用酒精计法测定,总糖采用糖度计法测定,滴定酸采用指示剂法测定。

**1.4.2 感官评定指标及标准。**枇杷果酒感官品质评定指标及具体标准见表1。

表1 枇杷果酒的感官品质标准

Table 1 Sensory quality standard of loquat fruit wine

项目 Item	评分标准 Evaluation standard	评分 Score//分
色泽 Color (20分)	色泽柔和,悦目协调,透明	17~20
	色泽柔和,透明	13~16
	无悬浮物,透明	<12
香味 Fragrance (40分)	果香、酒香浓馥优雅,协调悦人	35~40
	果香、酒香良好,比较悦怡	30~34
	果香、酒香较少,但无异香	25~29
	果香、酒香不足,不悦人或异味	<25
滋味 Taste (30分)	酒体丰满、醇厚协调、柔和爽口、回味延绵	26~30
	酒体柔顺、柔和爽口、酸甜适口	22~25
	酒体协调、纯正无杂味	18~21
	略酸、绝干带甜、欠缺浓郁	12~17
风格 Style(10分)	典型完美、风格独特,优雅无缺	7~9
	典型明确,风格较好	5~6
	典型不明确,风格欠缺	<4

## 2 结果与分析

**2.1 酵母接种量对果酒质量的影响** 在成分相同的装瓶后的发酵液中分别添加0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%的果酒酵母,在相同时间内控温发酵,并于10 d后测定发酵液的酒精度,结果见图2。

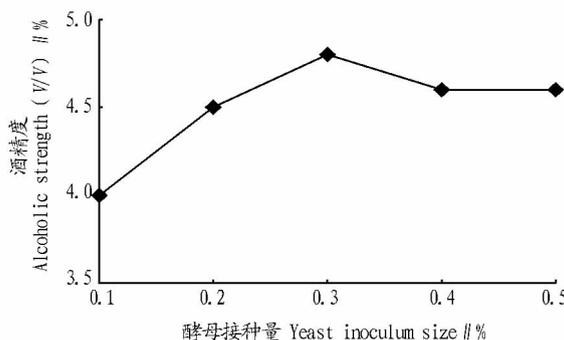


图2 酵母接种量对枇杷果酒酒精度的影响

Fig. 2 Effects of yeast inoculum size on the alcoholic strength of loquat fruit wine

由图2可知,酵母接种量为0.1%~0.3%时随着枇杷果酒酵母接种量的增大,发酵液的酒精度上升,当酵母接种量大于0.3%时,酵母接种量增加而发酵液酒精度降低。分析认为,可能是因为酵母添加量过度增加使酵母迅速大量繁殖,又因为繁殖速度过快会加快呼吸作用,过早使发酵液中的糖分消耗完,使得酒精度难以积累。经感官评定,酵母接种量为0.3%时,枇杷果酒果香味典型,酒味浓郁,呈琥珀色,酸甜适中;而接种量高于0.3%时,会使口感酸涩,太高也会使味道过于浓郁而呛鼻,入口有稠腻感,颜色缺乏愉悦感,故0.3%的酵母接种量为最佳值。

**2.2 糖度对枇杷果酒酒精度的影响** 糖是酵母菌生长繁殖的碳源,当糖浓度适宜时,酵母菌的繁殖和代谢速度都比较快。由图3可知,随着枇杷果酒糖度的增大,发酵液的酒精度上升,20 Brix后逐渐趋于平缓。添加白砂糖至糖度为22 Brix时,发酵液酒精度最高。说明白砂糖对酒精度的影响在低于18 Brix时成一定正比例,当糖度逐渐增加时,酵母菌的繁殖和代谢速度反而变慢,糖度超过一定范围还会停止发酵。经感官评定,糖度在20 Brix时,枇杷果酒果香味明显,入口即有适口的酒香味,琥珀色典型;22 Brix时,糖味十分明显,入口有浓郁糖精味显得过于甜腻,掩盖了应有的果香味。故20 Brix为相对情况下的最适糖度。

**2.3 pH对枇杷果酒酒精度的影响** 由图4可知,随着枇杷果酒pH的增大,发酵液的酒精度一定程度上升,在pH 3.8以后果酒酒精度有下降及趋于平缓的趋势。经感官评定,当pH为3.8时,枇杷果酒有明显清水果香味,酸甜适口,酒香味浓郁,呈琥珀色,接近酒红色,而pH高于4.1时,枇杷果酒有较明显的酸涩味,入口有苦涩味。故初次判定pH为3.8时最为合适。

**2.4 发酵时间对酒精度的影响** 由图5可知,随着枇杷果酒发酵时间的增长,发酵液的酒精度上升。当发酵时间为10 d时,发酵液酒精度最高,经感官评定,相比较而言,枇杷

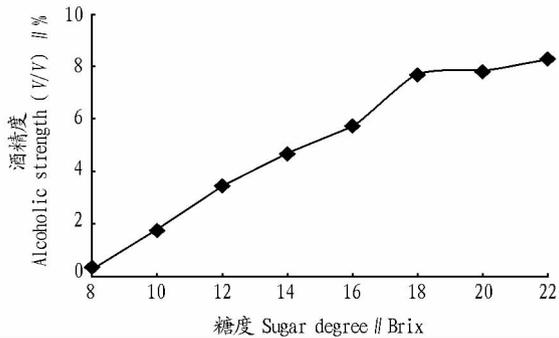


图3 糖度对枇杷果酒酒精度的影响

Fig. 3 Effects of sugar degree on the alcoholic strength of loquat fruit wine

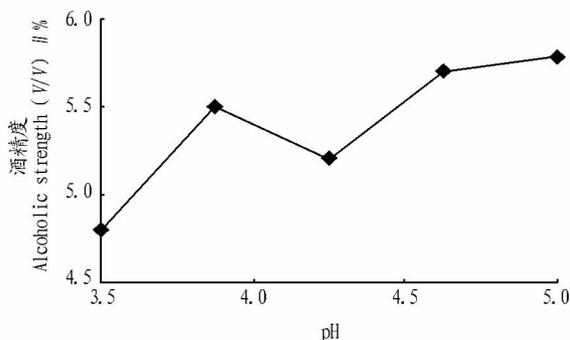


图4 pH对枇杷果酒酒精度的影响

Fig. 4 Effects of pH on the alcoholic strength of loquat fruit wine

果酒琥珀色典型,酸甜适口,果香味及酒香味明显。故判定发酵时间为 10 d 对酒精度的影响最好。

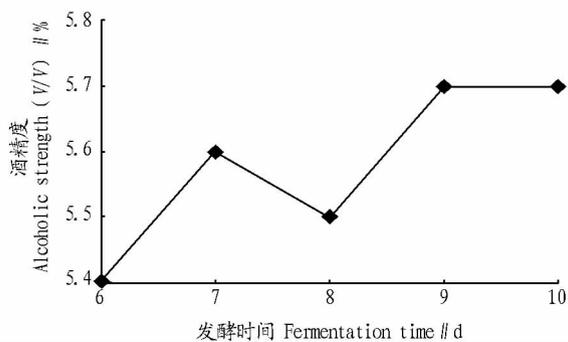


图5 发酵时间对枇杷果酒酒精度的影响

Fig. 5 Effects of fermentation time on the alcoholic strength of loquat fruit wine

**2.5 温度对枇杷果酒酒精度的影响** 温度是影响酵母生长、繁殖与发酵的主要环境因素。酵母只能在一定的温度范围内才能生长并起发酵作用。从图 6 可看出,温度越高,发酵时间越短,说明枇杷果酒的主发酵速度随着温度的上升而加快。然而,发酵温度的提高,感官评定分值逐渐降低,酒味过于浓郁显得呛鼻。因为温度过高会加速酵母的衰老,影响了酵母能够转化的糖量或能生成的酒精量,也有利于醋酸菌及乳酸菌等的生长,产生醋酸或乳酸,影响枇杷酒的品质。因此选择低温发酵,低温陈酿,保留枇杷中原有风味物质及

营养成分,提高酒精含量,使枇杷果酒的味道具有较高柔和性及浓郁感。

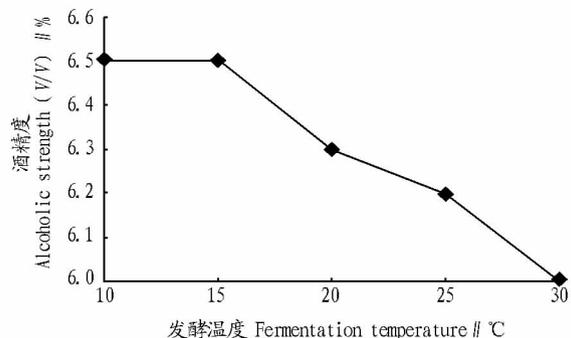


图6 发酵温度对枇杷果酒酒精度的影响

Fig. 6 Effects of fermentation temperature on the alcoholic strength of loquat fruit wine

**2.6 发酵正交试验** 该试验选择枇杷起始含糖量、发酵液初始 pH、前期发酵时间和果酒酵母接种量 4 个主要影响因素(最佳温度经过单因素分析得到充分确定,正交试验期间控温条件不足,故不考虑其中),进行  $L_9(3^4)$  正交试验,采用酒精度评分法和感官质量评分法对枇杷果酒进行综合评分,以酒精度和评分结果作为评价指标,进而优化发酵工艺条件,各影响因素的水平取值见表 3,正交试验结果见表 4。

表3 枇杷果酒发酵正交试验因素水平设计

Table 3 Factors and levels of orthogonal test on loquat fruit wine fermentation

水平 Level	因素 Factor			
	起始糖浓度(A) Initial sugar concentration Brix	发酵液初始 pH(B) Initial pH of fermentation liquid	酵母接种量(C) Yeast inoculum size // %	前期发酵时间(D) Pre-fermentation time // d
1	16	4.1	0.3	6
2	18	3.8	0.4	8
3	20	3.6	0.5	10

比较表 4 的极差大小可知,在选择 4 个因素中,枇杷果汁 pH 对发酵效果的影响最大,其次是起始含糖量,再次是发酵时间和酵母接种量。对试验结果进行直观分析,得到优化组合为  $A_3B_3C_2D_1$ ,在此条件下,酒精度较好,感官评定分值最高。综上所述,枇杷果酒主发酵期的优化工艺条件是枇杷果汁含糖量为 20 Brix,发酵醪液初始 pH 为 3.6,果酒酵母用量 0.4%,发酵时间为 6 d。

### 3 结论

该试验以湖北省荆门市当地的枇杷鲜果为原料研究枇杷果酒的酿造工艺,经过试验,在温度为 15 °C,起始糖度为 20 Brix, pH 为 3.6,酵母接种量为 0.4%,前期发酵时间 6 d 后进入后发酵,再经澄清得到枇杷果酒,通过感官、理化鉴定各项指标均为最佳,由此确定此为枇杷果酒最佳的发酵工艺条件。

采用该试验优化的方法酿制出的枇杷果酒,较好地保留了枇杷原有的风味和营养成分,香气浓郁,口味柔和纯正,风

(下转第 81 页)

### 3 结论

(1) 该研究表明,排在前 10 位的水电站的蓝水足迹跨度较大,为  $69.35 \sim 379.19 \text{ m}^3/\text{GJ}$ ,说明我国水电站蓝水足迹分布不均;我国不同气候区域的平均蓝水足迹为  $4.31 \sim 33.96 \text{ m}^3/\text{GJ}$ ,可见蓝水足迹的地区差异较大;在实际需求(发电量)相同的情况下,不同水电站的蓝水足迹相差较大,为  $0.15 \sim 21.00 \text{ m}^3/\text{GJ}$ ,并且随着蒸发量的增大呈明显的增加趋势。然而,我国水电站的蓝水足迹水平与国外平均蓝水足迹( $67.74 \text{ m}^3/\text{GJ}$ )<sup>[10]</sup>相比,明显较低。因此,根据这一情况应继续保持或提高水电站的水资源利用。

(2) 区域性对水电站水足迹的影响明显,能为我国水电站建设提供一定依据,应尽量多地选择在多山、蒸发量小、地形狭窄、水库面积小的高山峡谷地区建设水电站,以有效利用落水差,减少蒸发,节约水资源。建设水电站或现有水电大坝可以蓝水足迹作为衡量标准,蓝水足迹能够定量反映水电站对水资源的利用率,进而为合理规划水电开发提供依据。

### 参考文献

- [1] HOEKSTRA A Y, CHAPAGAIN A K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern[J]. *Water resources management*, 2007, 21(1): 35–48.
- [2] HERATH I, DEURER M, HORNE D, et al. The water footprint of hydroelectricity: A methodological comparison from a case study in New Zealand

- [J]. *Journal of cleaner production*, 2011, 19(4): 1582–1589.
- [3] 戚瑞, 耿涌, 朱庆华. 基于水足迹理论的区域水资源利用评价[J]. *自然资源学报*, 2011, 26(3): 486–495.
- [4] 程国栋. 虚拟水——中国水资源安全战略的新思路[J]. *中国科学院院刊*, 2003, 18(4): 260–265.
- [5] 狄乾斌, 韩增林, 刘桂春. 基于虚拟水消费的水足迹计算: 以大连市为例[J]. *云南地理环境研究*, 2006, 18(5): 28–33.
- [6] 龙爱华, 徐中民, 张志强, 等. 甘肃省 2000 年水资源足迹的初步估算[J]. *资源科学*, 2005, 27(3): 123–129.
- [7] 龙爱华, 徐中民, 王新华, 等. 人口、富裕及技术对 2000 年中国水足迹的影响[J]. *生态学报*, 2006, 26(10): 3358–3365.
- [8] 朱艳霞, 纪昌明, 周婷, 等. 梯级水电站群发电运行的水足迹研究[J]. *水电能源科学*, 2013, 31(2): 87–90.
- [9] 周建平, 钱钢粮. 十三大水电基地的规划及其开发现状[J]. *水利水电施工*, 2011(1): 1–7.
- [10] MEKONNEN M, HOEKSTRA A Y. The blue water footprint of electricity from hydropower[J]. *Hydrology and earth system science*, 2012, 16(4): 179–187.
- [11] GERBENS-LEENES P W, HOEKSTRA A Y, VANDER MEER T. The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply[J]. *Ecological economics*, 2009, 68(4): 1052–1060.
- [12] 马静, 汪党献, 来海亮, 等. 中国区域水足迹的估算[J]. *资源科学*, 2005, 27(5): 96–100.
- [13] 李先华, 李建民. 碗米坡水电站发电耗水率分析[J]. *中国电力教育*, 2011(6): 130–131.
- [14] 陈云华, 吴世勇, 马光文. 中国水电发展形势与展望[J]. *水力发电学报*, 2013, 32(6): 1–4, 10.
- [15] 陈尧, 马光文, 杨道辉, 等. 水电站综合耗水率参数在水库优化调度中的应用[J]. *水力发电*, 2009, 35(4): 22–23, 28.

(上接第 47 页)

表 4 枇杷果酒发酵正交试验结果分析

Table 4 Result analysis of orthogonal test on loquat fruit wine fermentation

试验号 Test code	因素 Factor				酒精度(V/V) Alcoholic strength//%	感官评定 Sensory evaluation//分
	起始糖浓度(A) Initial sugar concentration	发酵液初始 pH(B) Initial pH of fermentation liquid	酵母接种量(C) Yeast inoculum size	发酵时间(D) Fermentation time		
1	1	1	1	1	3.1	80
2	1	2	2	2	4.1	79
3	1	3	3	3	3.2	79
4	2	1	2	2	2.2	75
5	2	2	3	3	5.3	80
6	2	3	1	2	6.1	85
7	3	1	3	2	3.1	78
8	3	2	1	3	5.3	85
9	3	3	2	1	8.2	90
$k_1$	3.47	2.80	4.53	5.53		
$k_2$	4.53	4.90	4.83	4.43		
$k_3$	5.53	5.83	3.87	3.57		
R	2.07	3.03	0.97	1.97		

注:以酒精度为评定标准。

Note: Alcoholic strength was used as the evaluation standard.

味独特,可为枇杷的深加工提供参考,也很好地提高了枇杷的附加值,能创造出较好的经济效益和社会效益。

### 参考文献

- [1] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991.
- [2] 刘国强, 林志清, 林文忠, 等. 我国枇杷种质资源及选育种研究进展(综述)[J]. *亚热带植物通讯*, 2000, 29(2): 65–70.
- [3] 麻成金, 余佶, 黄继红, 等. 枇杷果奶生产工艺及其稳定性研究[J]. *食品工业科技*, 2005, 26(12): 129–131.

- [4] 陈家秀. 浅议枇杷发展前景[J]. *广西农学报*, 2004(6): 18–20.
- [5] 何志刚, 林晓姿, 李维新, 等. 枇杷的营养保健与川贝枇杷低糖果酱的研制[J]. *食品科学*, 2005, 26(9): 258–260.
- [6] 张玉, 王建清. 枇杷的营养及功能成分研究进展[J]. *食品科学*, 2005, 26(9): 602.
- [7] 王锦涛. 枇杷果干加工工艺研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015: 12–21.
- [8] 马波. 枇杷果酒的工艺研究[J]. *北方园艺*, 2009(7): 236–238.
- [9] 苟兴华, 夏兵兵, 张学锋, 等. 枇杷果酒加工工艺的研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2009, 30(11): 145–147.