

# 玫瑰甜酒酿工艺改良及品质分析

李静雯<sup>1</sup>, 张东亚<sup>1</sup>, 蔡倪<sup>1</sup>, 陆洋<sup>1</sup>, 陈德琴<sup>2</sup>, 邱夕<sup>3</sup>, 许译文<sup>1\*</sup>

[1. 贵州省轻工业科学研究所, 贵阳 550000; 2. 贵州省检测技术研究应用中心, 贵阳 550000;  
3. 钛和中谱检测技术(山西)有限公司, 侯马 043000]

**摘要:** **目的** 改进玫瑰甜酒酿制作工艺并解决其杀菌后感官品质较差等问题。**方法** 采用模糊感官评价法对原工艺与改良工艺进行比较分析, 最终确定: 以黑糯米浸泡液代替过滤水浸泡白糯米(7±1) h, 并加入 0.4% 柠檬酸(以白糯米重量计)调整酸度, 有助于维持并改善玫瑰甜酒酿的色泽; 发酵完成后, 按体积比 2:1 的比例将玫瑰浸提液与玫瑰细胞液复配后代替玫瑰浸提液补充到甜酒酿中, 有助于提升玫瑰甜酒酿的香气与滋味。**结果** 改良后的玫瑰甜酒酿其色泽呈玫红色、汁液清亮, 玫瑰香气突出, 且总黄酮、总糖、总酸、蛋白质指标含量较原工艺分别提高了 4.1 mg/100 g、3.2 g/100 g、1.75 g/kg、0.53 g/100 g。**结论** 该工艺可为企业制作花卉类甜酒酿提供参考。

**关键词:** 甜酒酿; 玫瑰; 工艺改良

## Improvement of brewing technology and quality analysis of rose sweet wine

LI Jing-Wen<sup>1</sup>, ZHANG Dong-Ya<sup>1</sup>, CAI Ni<sup>1</sup>, LU Yang<sup>1</sup>, CHEN De-Qin<sup>2</sup>, QIU Xi<sup>3</sup>, XU Yi-Wen<sup>1\*</sup>

[1. Guizhou Institute of Light Industry Science, Guiyang 550000, China; 2. Guizhou Research and Application Center of Detection Technology, Guiyang 550000, China; 3. Titanium and Spectrum Detection Technology (Shanxi) Co., Ltd., Houma 043000, China]

**ABSTRACT: Objective** To improve the production process of rose sweet wine and solve the problems of poor sensory quality. **Methods** The fuzzy sensory evaluation was adopted to compare and analyze the original process and the improved process, and it was finally determined that soaking the white glutinous rice in the black glutinous rice soaking solution instead of the filtered water for (7±1) h, and adding 0.4% citric acid (based on the weight of the white sticky rice) to adjust the acidity were conducive to maintaining and improving the color of the rose sweet wine. After the fermentation was completed, the rose extract and the rose cell liquid were compounded according to the volume ratio of 2:1 and then were added into the sweet wine instead of the rose extract, thereby being beneficial to improving the fragrance and taste of the rose sweet wine. **Results** The color of the improved rose sweet wine was rose red, the juice was clear, and the rose aroma was prominent. Compared with the original process, the index content of total flavonoids, total sugars, total acids, and protein were increased by 4.1 mg/100 g, 3.2 g/100 g, 1.75 g/kg, and 0.53 g/100 g, respectively. **Conclusion** This process can provide reference for enterprises to make flower sweet wine.

基金项目: 贵州省科技计划项目(黔科合服企[2021]3号)、贵州科学院省级科研专项资金项目(黔科院专合字[2021]01号)

**Fund:** Supported by the Science and Technology Projects of Guizhou Province (Guizhou Science and Technology Service Enterprise [2021]3), and the Provincial Scientific Research Special Fund Project of Guizhou Academy of Sciences (Special Fund Contract of Guizhou Academy of Sciences [2021]01)

\*通信作者: 许译文, 助理工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: 2789081511@qq.com

\*Corresponding author: XU Yi-Wen, Assistant Engineer, Guizhou Institute of Light Industry Science, No.58, Shachong Road, Nanming District, Guiyang 550000, China. E-mail: 2789081511@qq.com

**KEY WORDS:** sweet wine; rose; process improvement

## 0 引言

甜酒酿是以糯米为原料, 经蒸煮后拌入甜酒曲发酵而成的一种传统的发酵食品, 也称娘酒、黄酒、老酒、老糟或醪糟等<sup>[1]</sup>。甜酒酿中含有低聚糖、多肽、氨基酸及乙醇<sup>[2]</sup>, 具有快速补充能量、健胃、健脾的功效<sup>[3]</sup>。根据中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会《按照传统既是食品又是中药材物质目录管理办法(征求意见稿)》, 重瓣红玫瑰属国家药食同源类物质, 兼具食用和药用价值, 具有较大的开发潜力。目前对花卉类甜酒酿的工艺研究较少, 且对玫瑰甜酒酿的研究也鲜有报道, 潘玉萍等<sup>[4]</sup>对玫瑰甜米酒进行了工艺研究, 结果表明, 玫瑰花经发酵后会影响到其色泽, 所制出的玫瑰甜米酒外观呈橘红色或淡棕红色。贵州省轻工业科学研究所对玫瑰甜酒酿的工艺进行了研究, 但制作出来的玫瑰甜酒酿色泽较差且具有沉淀, 因此, 本研究在原工艺基础上进行改良, 解决玫瑰甜酒酿杀菌后出现沉淀物及色泽变化的问题, 以期为企业制作花卉类甜酒酿提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

白糯米(五常市锦鸿米业有限公司); 黑糯米(贵州金晨农产品开发有限公司); 重瓣红玫瑰(干花, 贵州铜仁多兰特现代农业开发有限公司); 玫瑰细胞液(山东芳蕾玫瑰科技开发有限公司); 甜酒曲(贵州省轻工业科学研究所); 柠檬酸(食用级, 贵州慕为美科技有限公司); 过滤水(自产)。

### 1.2 仪器与设备

GZX-9140MBE 数显鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂); JA2003 电子天平(上海浦春计量仪器有限公司); HH-6 数显恒温水浴锅(常州澳华仪器有限公司); CJJ 78-1 磁力搅拌器(上海梅香仪器有限公司); UV-

2802PC/PCS 紫外可见分光光度计[尤尼柯(上海)仪器有限公司]; K 1100 F 型全自动凯氏定氮仪(山东海能科学仪器有限公司)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 原工艺流程及操作要点

原工艺流程见图 1。

糯米: 选用糯米应符合 GB 1354—2018《大米》, 且目测无污染、无异味、未受潮、无鼠迹, 糯米干净清香, 无异物(包括稗子等);

浸泡: 称取 1.5 倍过滤水(以米重计)于(25±2) °C 的水温下浸泡(7±1) h;

蒸煮: 糯米蒸煮完成后, 软硬适中, 手搓应有一定硬度但无硬粒;

接种: 接种温度在(35±2) °C, 接种量为米重的 0.3%;

培养: 共培养 36 h, 培养 24 h 进行第一次感官检查, 液化明显、香气正常、目视无杂菌感染; 培养 36 h 第二次感官检查、发酵完成好、汁多且清、香气浓郁、无其他污染现象, 若存在污染现象应弃去该甜酒;

玫瑰浸提液: 过滤水和玫瑰鲜花按 60:1 的重量比进行称取, 对其熬煮 30 min, 在熬煮过程中加入 0.4%柠檬酸(以鲜花重计)进行护色, 待温度冷却至室温后过滤即得玫瑰浸提液。

补汁: 加入 20%玫瑰浸提液(以成品总重量计)于培养完成后的甜酒酿中;

灭菌: 在 80 °C 下, 灭菌 25 min。

#### 1.3.2 改良工艺流程及操作要点

改良工艺流程见图 2。

浸泡: 取与白糯米相同重量的黑糯米, 加 2 倍米重的过滤水, 在(25±2) °C 的水温下浸泡黑糯米(5±1) h, 用黑糯米浸泡液代替过滤水于(25±2) °C 的水温下浸泡白糯米(7±1) h, 并加入 0.4%柠檬酸(以白糯米重量计)调整酸度;

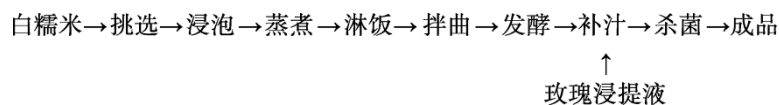


图 1 原工艺流程

Fig.1 Original technological process

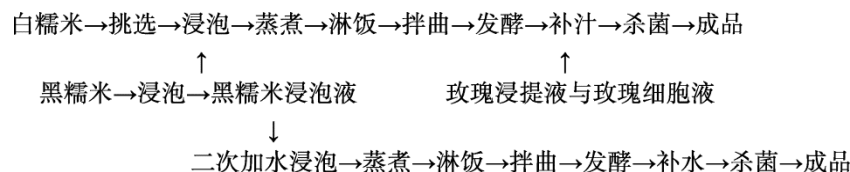


图 2 改良工艺流程

Fig.2 Improved process flow

玫瑰花汁: 过滤水(65±1) °C与玫瑰干花瓣以 45:1 的重量比进行称取, 恒温焖泡 10 min, 加 0.4%柠檬酸(以玫瑰干花瓣重计)煮沸, 煮沸后立即冷至(65±1) °C过滤即得玫瑰浸提液; 将玫瑰浸提液与玫瑰细胞液以体积比 2:1 的比例进行复配后即得玫瑰花汁。

蒸煮、接种、培养、补汁、灭菌工艺流程与原工艺相同。

### 1.3.3 感官评价方法

#### (1) 感官权重评价方法

采用 0~4 评判法确定各项的权重, 将各项目进行两两比较, 打分 4:0(很重要:很不重要)、3:1(较重要:不很重要)、2:2(同样重要), 项目自身不进行比较<sup>[5]</sup>。感官权重评价小组由 6 名(3 名男性, 3 名女性)经过感官品评专业培训且有一定评价经验的人员组成, 于感官品评室中独立进行评价。

#### (2) 成品感官评价方法

利用模糊数学感官评价法<sup>[5]</sup>对玫瑰甜酒酿进行感官评价, 所有的评价指标分为 4 个等级: 优秀(90 分)、良好(80 分)、中等(70 分)、较差(60 分)。评定标准参考 Q/SYZ 0001S—2019《醪糟(甜酒)》, 如表 1 所示。

表 1 复合甜酒酿感官要求

项目	要求
色泽	具有本产品固有的色泽, 色泽均匀
外观	糯米成型、固液分明
滋味和气味	具有复合甜酒酿特有的风味, 香甜可口, 无异杂味
杂质	无肉眼可见的外来杂质

成品感官品评人员共 24 人, 其中包含 12 名男性(25~35 岁 4 人, 36~45 岁 4 人, 46~55 岁 4 人)、12 名女性(25~35 岁 4 人, 36~45 岁 4 人, 46~55 岁 4 人), 于特定的感官评定室中各自独立进行评价。

### 1.3.4 总黄酮的测定

总黄酮含量参考 SN/T 4592—2016《出口食品中总黄酮的测定》方法进行检测。

### 1.3.5 总糖及总酸的测定

总糖参考 GB/T 13662—2018《黄酒》中廉爱农法测定总糖, 总酸参考 GB/T 13662—2018 中总酸、氨基酸态氮方法进行检测。

### 1.3.5 酒精度含量测定

酒精度含量参考 GB 5009.225—2016《食品国家安全

标准 酒中乙醇浓度的测定》中第一法进行测定。

### 1.3.6 营养成分含量测定

脂肪参考 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中第二法进行测定; 蛋白质参考 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中第一法进行测定。

### 1.3.7 卫生指标测定

沙门氏菌参考 GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》进行测定; 金黄色葡萄球菌参考 GB 4789.10—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》进行测定; 大肠菌群参考 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》进行测定; 菌落总数参考 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》进行测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 感官分析

评价项目权重分布结果如表 2 所示, 设权重的集合为  $U$ ,  $U=(u_1, u_2, \dots, u_m)=(0.27, 0.20, 0.33, 0.20)$ 。

模糊感官综合评价模型的建立方法如下: 将评价项目用集合  $A$  表示, 则  $A=(a_1, a_2, \dots, a_m)=(\text{色泽、外观、滋味和气味、杂质})$ , 等级用集合  $B$  表示,  $B=(b_1, b_2, \dots, b_n)=(\text{优秀, 良好, 中等, 较差})$ , 根据  $A$  集合、 $B$  集合建立如下矩阵<sup>[6]</sup>:

$$R = \begin{matrix} & b_1 & \dots & b_n \\ a_1 & r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_m & r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{matrix}$$

$R$  表示每个产品的等级评分集合, 式中  $r$  为每一项目(色泽、外观、滋味和气味、杂质)对应的等级得票数。将每个产品评判结果向量设为  $Y$ ,  $Y$  为集合  $U$  和  $R$  的乘积, 则:  $Y=U \times R=(y_1, y_2, \dots, y_m)$ 。产品感官综合评分  $H$  等于评判结果向量  $Y$  乘以各等级(优秀、良好、中等、较差)对应评分, 最终得出综合评分结果。

实验 1 号为原工艺下制作的玫瑰甜酒酿, 实验 2 号为改良工艺制作的玫瑰甜酒酿, 感官评分汇总如表 3 所示。表 3 中例: 2/3/7/12 分别代表 1 号的色泽属性“优秀/良好/中等/较差”得票数, 其余数据同。

表 2 评价项目权重分布  
Table 2 Evaluation index weight distribution

项目	色泽	外观	滋味和气味	杂质	得分	权重*
色泽	/	16	10	14	40	0.27
外观	8	/	7	13	28	0.20
滋味和气味	14	17	/	17	48	0.33
杂质	10	11	7	/	28	0.20

注: 权重\*=得分/参评人数/24; /表示各项指标不参与自身对比评价。

表 3 感官评分汇总表  
Table 3 Sensory score summary

实验号	色泽	外观	滋味和气味	杂质
1	2/3/7/12	2/2/8/12	10/9/5/0	0/6/11/7
2	15/7/2/0	13/8/3/0	11/10/3/0	11/11/2/0

注: 例: 2/3/7/12 分别代表 1 号的色泽属性“优秀/良好/中等/较差”得票数, 其余数据同。

以 1 号为例, 建立模糊评价矩阵  $R_1'$ :

$$R_1' = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 7 & 12 \\ 2 & 2 & 8 & 12 \\ 10 & 9 & 5 & 0 \\ 0 & 6 & 11 & 7 \end{bmatrix}$$

每个因素共有 24 次评价, 对每个因素进行归一化处理得  $R_1$ :

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.083 & 0.125 & 0.292 & 0.500 \\ 0.083 & 0.083 & 0.333 & 0.500 \\ 0.417 & 0.375 & 0.208 & 0.000 \\ 0.000 & 0.250 & 0.458 & 0.292 \end{bmatrix}$$

权重的集合  $U=(u_1, u_2, \dots, u_m)=(0.27, 0.20, 0.33, 0.20)$ , 则可得  $Y_1=U \times R_1=(0.177, 0.224, 0.306, 0.293)$ 。同理可得:

$$Y_2=U \times R_2=(0.520, 0.375, 0.105, 0)$$

产品的感官综合评分  $H=Y \times (\text{各等级对应评分})$  即:

$$H_1=0.177 \times 90 + 0.224 \times 80 + 0.306 \times 70 + 0.293 \times 60 = 72.85$$

$$H_2=0.520 \times 90 + 0.375 \times 80 + 0.105 \times 70 + 0 \times 60 = 84.15$$

综上所述, 改良后的玫瑰甜酒酿色泽、外观及杂质相较于原工艺有了显著提升, 滋味和气味的差异不明显, 经 24 人感官品评后所得结果可知, 改良后的工艺具有更高的感官评分, 其成品对比如图 3 所示。



1 原工艺条件下成品      2 改良工艺条件下成品

图 3 2 种工艺条件下成品对比图

Fig.3 Comparison chart of finished products under 2 kinds of process conditions

原工艺条件下, 玫瑰甜酒酿主要依靠玫瑰花色素进行显色, 玫瑰花中含有黄酮和花色苷 2 大类色素<sup>[7]</sup>, 其中花色苷类主要包含矢车菊素-3,5-双葡萄糖苷、矢车菊素-3-葡萄糖苷(cyanidin-3-glucoside, Cy-3-G)、飞燕草花色素-3-葡萄糖鼠李糖苷和芍药素-3-葡萄糖苷(peonidin-3-glucoside, Pn-3-G), 其中主要成分矢车菊素-3,5-双葡萄糖苷占到色素总量的 94.9%<sup>[8-9]</sup>。玫瑰红色素属于水溶性色素, 易溶于水, 相比于碱

性环境, 酸性环境更有利于玫瑰红色素的稳定性<sup>[10-11]</sup>。而原味甜酒酿经杀菌后长时间放置依然会变黄, 主要是由于甜酒酿自身含有丰富的还原糖和氨基酸, 在巴氏杀菌过程中发生美拉德反应(Maillard reaction, MR)<sup>[12-13]</sup>, 因此, 玫瑰甜酒酿的褐变一方面是由于甜酒酿自身含有丰富的还原糖和氨基酸, 另一方面是玫瑰花色素不稳定。

对比 2 种工艺条件不难发现, 改良工艺主要以黑糯米浸泡液代替过滤水浸泡白糯米, 并加入 0.4%柠檬酸(以白糯米重量计)调整酸度, 从而有助于维持并改善玫瑰甜酒酿的颜色。糯米主要由淀粉(直链淀粉和支链淀粉)和蛋白质组成, 糯米以支链淀粉为主<sup>[14-15]</sup>。淀粉可以吸附许多有机化合物和无机化合物, 直链淀粉和支链淀粉因分子形态不同具有不同的吸附性质<sup>[16]</sup>。支链淀粉具有层状结构<sup>[17]</sup>, 各支链之间的空间阻碍作用使分子间的作用力减小, 水分子容易进入支链淀粉的微晶束内, 而且不易与极性有机化合物形成复合体沉淀。而发酵剂的加入会导致淀粉降解和轻微重组, 包括淀粉颗粒腐蚀、片层顺序和紧密度降低、结晶度降低、双螺旋、短范围有序结构和摩尔质量的改变<sup>[18]</sup>。因此, 发酵后的甜酒酿出现微量沉淀物属于正常现象, 但原工艺条件下出现了黑色沉淀物, 可能是由于玫瑰浸提液过滤时未进行精滤。

黑糯米米皮色素主要成分为花青素(anthocyanidin), 属于酚类化合物里的类黄酮类物质。黑米种皮提取物中花色苷种类, 主要为矢车菊素-3-葡萄糖苷和芍药素-3-葡萄糖苷<sup>[19-20]</sup>, 花色苷溶于水, 在糯米浸泡吸水的过程中, 糯米中的支链淀粉可对色素进行吸附。在糯米蒸煮糊化的过程中, 随着温度升高, 水分进入淀粉微晶间隙, 不可逆地大量吸水<sup>[21]</sup>, 因此, 着色后的糯米可保留大部分色素。

改良后的工艺还重新改进了玫瑰花浸提方法, 原工艺采用玫瑰鲜花瓣, 季节性较强, 在采摘后期玫瑰花色素因季节等因素影响颜色较先期淡。采用玫瑰干花瓣<sup>[22]</sup>后, 可避免季节性因素影响, 易于保存。玫瑰细胞液含多种水溶性芳香活性成分, 有浓郁芳香的气味<sup>[23-24]</sup>, 将玫瑰浸提液与玫瑰细胞液复配后增加了玫瑰浸提液的风味, 且在 pH 3.8 的条件下, 花色苷呈现出紫红色, 经杀菌后由于玫瑰甜酒酿中醪糟的色泽为紫红色, 甜酒汁色泽呈现淡玫红色, 未变为褐色, 因此感官上得到了较大的改善。

## 2.2 营养成分分析

为贴合实际生产需要, 对 2 种工艺条件下制作的玫瑰

甜酒酿进行了总黄酮、糖、酸、蛋白质、脂肪及卫生指标检测,检测结果见表 4。

由表 4 可知,2 种工艺条件下所得到的成品,其卫生指标均符合国家标准,改良工艺条件下制作的玫瑰甜酒酿的总黄酮、总糖、总酸、蛋白质指标含量较原工艺分别提高了 4.1 mg/100 g、3.2 g/100 g、1.75 g/kg、0.53 g/100 g。总黄酮含量升高主要是浸泡过程加入了黑糯米浸泡液,黑糯米浸泡液中的花色苷进入糯米中。总糖含量升高可能是由于在浸泡白糯米时加入柠檬酸改变了浸泡条件,使得糯米 pH 降低,形成微酸环境(pH 5.0),有利于甜酒曲中的根霉分泌糖化酶<sup>[25]</sup>。总酸含量高出于原工艺 1 倍多,可能是由于在浸泡过程和制备玫瑰浸提液时均加入了柠檬酸,且加入量相较于原工艺多了 1 倍,因此改良后的工艺其酸度更高,总酸的升高既可以调整甜酒酿的适口性,还有利于花色苷显色、护色<sup>[26]</sup>。

表 4 2 种工艺条件下营养指标检测结果

Table 4 Test results of nutritional indexes under 2 kinds of technological conditions

检测指标	1 号	2 号
总黄酮/(mg/100 g)	11.2	15.3
总糖/(g/100 g)	22.8	26
总酸/(g/kg)	1.59	3.34
酒精度/%vol	0	0.5
脂肪/(g/100 g)	0	0.3
蛋白质/(g/100 g)	2.99	3.52
沙门氏菌/(CFU/mL)	ND	ND
金黄色葡萄球菌/(CFU/mL)	ND	ND
大肠菌群/(CFU/mL)	ND	ND
菌落总数/(CFU/mL)	ND	ND

注:ND 为未检出。

### 3 结论与讨论

本研究通过改良浸泡和补汁工艺,利用黑糯米的浸泡水,浸泡白糯米(7±1) h,并将玫瑰浸提液与玫瑰细胞液 2:1 复配补汁,使玫瑰甜酒酿在色泽、外观及风味等感官品质上得到了较大的提升,在保证卫生指标合格的情况下,总黄酮含量较原工艺高 4.1 mg/100 g。该工艺虽解决了玫瑰醪糟色泽问题,但由于花色苷对光敏感,在贮存过程中糟米上层颜色加深,整体色泽逐渐变淡,对比花卉类甜酒酿工艺可知<sup>[2,23]</sup>,玫瑰甜酒酿制作完成后其色泽呈现橘红色或淡棕红色,难以保持其玫红色色泽,且花卉类甜酒酿需要兼顾其是否列为食品原料以及制作完成后风味的保留,因此本研究采用了重瓣红玫瑰进行浸提,并添加玫瑰细胞液(重瓣红玫瑰蒸馏液)以补充其玫瑰风味。综上所述,该工艺可为企业制作花卉类甜酒提供新思路,同时还需要进一步研究其褐变原因及贮藏条件。

### 参考文献

- [1] 曾庆华,郑煊芹,孙小凡,等.发芽糙米和糯米甜酒酿的研制[J].粮食与油脂,2019,32(8):66-69.  
ZENG QH, ZHENG HQ, SUN XF, et al. Development of sweet germinated brown rice and glutinous rice wine [J]. J Cere Oils, 2019, 32(8): 66-69.
- [2] 裴璐璐,王君,汤绿芳.槐花甜酒酿的酿造工艺研究[J].江苏调味副食品,2020,(1):32-36.  
PEI LL, WANG J, TANG LF. Study on brewing technology of *Sophora japonica* sweet wine [J]. Jiangsu Cond Sub Food, 2020, (1): 32-36.
- [3] 曾巧辉,宋玉琼,刘壮彬,等.甜酒酿的研制及营养价值研究[J].佛山科学技术学院学报(自然科学版),2020,38(4):28-35.  
ZENG QH, SONG YQ, LIU ZB, et al. Study on the development and nutritional value of sweet wine [J]. J Foshan Univ (Nat Sci Ed), 2020, 38(4): 28-35.
- [4] 潘玉萍,张智钢.玫瑰花甜米酒的研制[J].酿酒科技,2007,(12):68-69.  
PAN YP, ZHANG ZG. Development of rose sweet rice wine [J]. Liquor-Mak Sci Technol, 2007, (12): 68-69.
- [5] 徐树来.食品感官分析与实验[M].北京:化学工业出版社,2020.  
XU SL. Food sensory analysis and experiment [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2020.
- [6] 苏佳佳.糙米酒酿制备工艺及其品质特性研究[D].无锡:江南大学,2020.  
SU JJ. Study on preparation technology and quality characteristics of brown rice wine [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2020.
- [7] 刘芳,任启飞,马善华,等.玫瑰主要功能性成分提取及纯化技术研究进展[J].农业与技术,2021,41(6):25-29.  
LIU F, REN QF, MA JH, et al. Research progress on extraction and purification technology of main functional components in rose [J]. Agric Technol, 2021, 41(6): 25-29.
- [8] 王慧英.玫瑰红色素的理化性质、生物活性及提取应用研究进展[J].食品与机械,2018,34(11):174-177.  
WANG HY. Research advances on property, extraction and application of red pigment from rose [J]. Food Mach, 2018, 34(11): 174-177.
- [9] YANG MO, EUNJA C. Stability for rose petals pigment as a food material [J]. J East Asian Soc Diet Life, 2006, 16(4): 468-473.
- [10] 张志国,姜闪.食用玫瑰花褪色原因及控制措施研究进展[J].食品科学,2017,38(9):322-328.  
ZHANG ZG, JIANG S. Causes and control measures of the fading of edible roses [J]. Food Sci, 2017, 38(9): 322-328.
- [11] JAN S, BARBORA P, JOSEF B, et al. Effect of storage conditions on various parameters of colour and the anthocyanin profile of rosé wines [J]. Int J Food Prop, 2012, 15(5-6): 1133-1147.
- [12] 张国栋,杨琴,李旭东,等.糯米甜酒褐变影响因素初探[J].农产品加工,2020,(12):17-18,25.  
ZHANG GD, YANG Q, LI XD, et al. Study on the factors affecting the browning of sweet rice wine [J]. Farm Prod Pros, 2020, (12): 17-18, 25.
- [13] 张道宽,张国栋,张国亮,等.糯米甜酒褐变研究进展[J].农产品加工,2016,(15):67-68.  
ZHANG DK, ZHANG GD, ZHANG GL, et al. Research on the sweet rice wine browning [J]. Farm Prod Pros, 2016, (15): 67-68.

- [14] 王新文. 糯米中淀粉及其糊化特性探讨[J]. 现代食品, 2020, (18): 181-183, 201.  
WANG XW. Starch in glutinous rice and its gelatinization characteristics [J]. Mod Food, 2020, (18): 181-183, 201.
- [15] 焦雪艳, 邓昌月, 钱雨哲, 等. 黑糯米和血糯米淀粉结构及物化性质的对比分析[J/OL]. 中国粮油学报: 1-10. [2021-06-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2864.TS.20210603.1416.036.html>  
JIAO XY, DENG CY, QIAN YZ, *et al.* Comparative analysis of starch structure and physicochemical properties between black glutinous rice and red glutinous rice [J/OL]. J Cere Oils Ass: 1-10. [2021-06-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2864.TS.20210603.1416.036.html>
- [16] 余平, 石彦忠. 淀粉与淀粉制品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2011.  
YU P, SHI YZ. Starch and starch products technology [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2011.
- [17] 郭俊杰, 孙海波, 李琳, 等. 参与回生玉米直链和支链淀粉理化特性研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(14): 91-94.  
GUO JJ, SUN HB, LI L, *et al.* Study on physicochemical characteristics of amylose and amylopectin fractions from retrograded maize starch [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(14): 91-94.
- [18] TU Y, HUANG SX, CHI C, *et al.* Digestibility and structure changes of rice starch following co-fermentation of yeast and lactobacillus strains [J]. Int J Biol Macromol, 2021, 184: 530-537.
- [19] 徐杰, 林正眉. 贵州黑糯米稻米种皮成分的分离纯化与结构鉴定[J]. 中国粮油学报, 2003, 18(2): 9-13.  
XU J, LIN ZM. Isolation, purification and structural identification of components from seed coat of Guizhou black glutinous rice [J]. J Cere Oils Ass, 2003, 18(2): 9-13.
- [20] 张元. 黑糯米酒中花色苷稳定性研究[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2018.  
ZHANG Y. Study on the stability of anthocynins in black glutinous rice wine [D]. Guangzhou: Zhongkai University of Agriculture and Engineering, 2018.
- [21] FREDRIKSSON H, SILVERIO J, ANDERSSON R, *et al.* The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches [J]. Carbohydr Polym, 1998, 35(3-4): 119-134.
- [22] BARANI YH, ZHANG M, WANG B. Effect of thermal and ultrasonic pretreatment on enzyme inactivation, color, phenolics and flavonoids contents of infrared freeze-dried rose flower [J]. J Food Meas Charact, 2020, (19): 1-10.
- [23] 张海云, 王彬, 张吉方, 等. 两种加工工艺提取重瓣红玫瑰细胞液化学成分分析初报[J]. 香料香精化妆品, 2021, (3): 15-17, 22.  
ZHANG HY, WANG B, ZHANG JF, *et al.* A preliminary report on the chemical constituent analysis of the cell sap obtained from double petal red rose by two processing technique [J]. Flavour Fragrance Cosmet, 2021, (3): 15-17, 22.
- [24] 杜鹃, 李勇, 王爱霞. 玫瑰水中残留芳香成分的捕获与富集方法的探究[J]. 农产品加工, 2008, (12): 68-71.  
DU J, LI Y, WANG AIX. Study on capture and enrichment of residual aromatic components in rose water [J]. Farm Prod Pros, 2008, (12): 68-71.
- [25] 王新惠, 李再新, 刘达玉, 等. 米根霉糖化酶酶促反应条件的研究[J]. 食品科技, 2008, 33(5): 26-29.  
WANG XH, LI ZX, LIU DY, *et al.* Study on enzymatic reaction conditions of glucoamylase from *Rhizopus oryzae* [J]. Food Sci Technol, 2008, 33(5): 26-29.
- [26] OLIVEIRA J, AZEVEDO J, SECO A, *et al.* Copigmentation of anthocyanins with copigments possessing an acid-base equilibrium in moderately acidic solutions [J]. Dyes Pigments, 2021, 193(8): 109438.

(责任编辑: 张晓寒 郑丽)

## 作者简介



李静雯, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品加工与安全。  
E-mail: 2422090430@qq.com



许译文, 助理工程师, 主要研究方向为食品质量与安全。  
E-mail: 2789081511@qq.com