

新基质曲酿造黑糯米酒工艺条件优化

母应春¹, 姜丽¹, 禹晓婷², 苏伟¹, 母雨¹

(1. 贵州大学酿酒与食品工程学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:以枸杞、山药、覆盆子等12种物质为基质制作酒曲后用于黑糯米酒酿造,通过单因素和正交试验对黑糯米酒的酿造工艺进行优化,确定黑糯米酒发酵的最佳发酵工艺参数。试验结果表明,最佳工艺条件为发酵时间6 d,发酵温度34℃,新基质曲添加量15%,泡米时间7 h。在此条件下可得到感官评分为86分,总酚含量为0.85 mg/mL的黑糯米酒。

关键词:新基质曲;黑糯米酒;总酚;发酵工艺;正交试验

Optimization of Technological Conditions for Brewing Black Glutinous Rice Wine with New Matrix

MU Ying-chun¹, JIANG Li¹, YU Xiao-ting², SU Wei¹, MU Yu¹

(1. School of Liquor and Food Engineering of Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China;

2. College of Life Sciences of Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China)

Abstract: Using the 12 substances as a new substrate for making koji and brewed the black glutinous rice wine. The brewing process of black glutinous rice wine was optimized and determined by single factor and orthogonal experiments and made sure the optimal fermentation process parameters for black glutinous rice wine. The results showed that the fermentation time 6 d, fermentation temperature 34℃, koji addition amount 15%, and soaking time 7 h. Under these conditions, the sensory score of black glutinous rice wine was 86 and a total phenol content was 0.85 mg/mL.

Key words: new matrix koji; black glutinous rice wine; total phenol; fermentation process; orthogonal experiment

引文格式:

母应春,姜丽,禹晓婷,等.新基质曲酿造黑糯米酒工艺条件优化[J].食品研究与开发,2019,40(16):28-32

MU Yingchun, JIANG Li, YU Xiaoting, et al. Optimization of Technological Conditions for Brewing Black Glutinous Rice Wine with New Matrix[J]. Food Research and Development, 2019, 40(16): 28-32

基金项目:国家自然科学基金项目(31860441);贵州省科技计划项目(黔科合平台人才[2018]5781号)

作者简介:母应春(1974—),女(汉),高级实验师,硕士,研究方向:食品加工与安全。

- [6] 焦旋,冯志宏,张立新,等. 缓降温阶段1-MCP处理对酥梨黑皮病的影响[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2018, 37(3): 24-28, 88
- [7] 李磊,涂郑禹,宋翔,等. 不同处理对采后“南果梨”贮藏期间果皮钙形态及褐变的影响[J]. 北方园艺, 2016(4): 128-132
- [8] 阚超楠,高阳,陈楚英,等. 壳聚糖涂膜对翠冠梨常温货架期果皮褐变及酶活性的影响[J]. 分子植物育种, 2018(18): 27-29
- [9] 李磊. 黄冠梨鸡爪病发病机理及调控技术研究[D]. 天津: 天津大学, 2010
- [10] 王蕾,李磊,周庆礼. 黄冠梨果皮褐变与酶活性调控实验研究[J]. 天津科技大学学报, 2015, 30(2): 29-32

- [11] 赵波, 颜敏华, 王学喜, 等. 花牛苹果虎皮病在果皮与果肉中的发病症状及生理变化比较[J]. 甘肃农业大学学报, 2015, 50(2): 84-89
- [12] 何近刚, 冯云霄, 程玉豆, 等. 采后1-MCP和MAP处理对‘红富士’苹果冷藏和货架期品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 301-306
- [13] 杜林笑, 赵晓敏, 李丹, 等. 1-MCP处理保持库尔勒香梨常温贮藏抗氧化酶活性与品质的关系[J]. 现代食品科技, 2018, 34(11): 95-102

收稿日期: 2018-10-27

黑糯米是水稻品种中的珍贵品种,被誉为“高原黑珍珠”^[1-2]。黑糯米多属粳型糯稻,其米皮呈乌黑或黑、紫黑、褐黑或棕黑,具有附着力极强的紫色素,对几种急性心肌缺氧、缺血等有明显保护作用。同时黑糯米有显著的药用功效,也称为“药米”,具有补中益气、滋阴益肾、补胃暖肝、益精补肺、寒泄痢等功效^[3-4]。有研究表明,米酒中含有大量的多酚、黄酮及多糖等物质,因为其较强的清除自由基和抗氧化等功能性作用^[5-6],其中的多酚类物质已经成为黄酒研究的热点。

赵旭等^[7]以糖化酶协同微生物酿造黑糯米酒,得到了较传统工艺相比更高品质的黑糯米酒。齐琦等^[8]以黑糯米为原料,酿制而成的酒精度低和糖分含量高的一种特色美酒。同时齐琦等^[9]也以 12 种药食同源药材,经过粉碎混合以后加入黑糯米酒中同时进行发酵,制成了黑糯米保健酒,具有补肝肾、健脾等作用。制曲添加中药材由来已久^[10],本试验将 12 种药食同源物质制成酒曲后用于黑糯米酒发酵,旨在抑制发酵体

系中杂菌生长,还可以在微生物作用下使药材中的有益物质充分释放,丰富黑糯米酒中功能性成分含量。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

黑糯米:贵州省永红酒业有限公司;新基质曲(以山药、干姜、芡实、桑葚子、人参、枸杞、酸枣仁、牛蒡根、沙棘、覆盆子、玛卡、甘草 12 种物质制得):奥森中药材;没食子酸、福林酚试剂、碳酸钠、乙醇(均为分析级):贵州慕为美生物试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

L5S 紫外可见分光光度计:上海仪电分析仪器有限公司;UX220H 电子天平:厦门欣锐仪器仪表有限公司;DHP-420 型电热恒温培养箱:北京市永光明医疗仪器厂;HH6 电热恒温水浴锅:天津泰斯特仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 黑糯米酒发酵工艺流程

药食同源基质酒曲



黑糯米→清洗→浸泡→蒸煮→淋饭冷却→发酵→酒液分离→灌装→灭菌→成品

选用无发霉、无虫蛀及颗粒饱满的黑糯米。将黑糯米浸泡至米粒带有裂纹后蒸煮 30 min,以凉白开淋米冷却;加入以药食同源物质所制得的酒曲进行发酵,将发酵后的酒液以 4 000 r/min 离心 30 min,澄清后以 0.45 μm 的微孔膜过滤后进行灌装。70 ℃条件下保温 15 min 进行灭菌。

1.3.2 单因素试验

以总酚含量、感官评分为评价指标,分别考察发酵时间(4、5、6、7、8、9 d)、发酵温度(24、28、30、34、37 ℃)、新基质曲添加量(6%、8%、10%、12%、15%、20%)、泡米时间(0、3、5、7、9 h)对黑糯米酒品质的影响。

1.3.3 正交试验

在单因素试验的基础上,以(A)发酵时间、(B)发酵温度、(C)新基质曲添加量、(D)泡米时间度为试验因素,每个因素选择 3 个水平,以黑糯米酒的总酚含量、感官评分为评价指标,采用 L₉(3⁴)正交设计确定黑糯米酒的最佳工艺参数,试验因素与水平见表 1。

表 1 黑糯米酒发酵工艺优化试验因素与水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiments for fermentation technology optimization of black glutinous rice wine				
水平	A 发酵时间/d	B 发酵温度/℃	C 新基质曲添加量/%	D 泡米时间/h
1	6	30	12	3
2	7	34	15	5
3	8	37	20	7

1.3.4 黑糯米酒感官方法

产品的感官评价参考文献[11-12]和 GB/T13662-2018《黄酒》:根据黑糯米酒的形态色泽、香气香味、酒体滋味及风格为评分项目,由 10 名专业人士组成的品评小组进行综合感官评价后进行打分,满分为 100 分,感官评分标准如表 2 所示。

表 2 黑糯米保健酒感官评价标准

Table 2 Sensory evaluation standards of black glutinous rice wine		
品评项目	品评项目描述	评分标准
形态色泽	酒体光泽好或者较好,清澈透明或者黯淡无光,质地均一或者浑浊等	酒体色泽暗红发亮,有光泽,清澈透明,质地均一(15 分~20 分);酒体色泽暗淡,较清亮,质地基本均一(10 分~14 分);酒体黯淡无光,浑浊,清亮度较差,质地不均一(0~9 分)
香气香味	糯米酒发酵香味浓郁或较淡,有较浓郁药香味或药香味清淡,风味复杂多样或者单一等	具有黑糯米酒典型香味,药材香味适于接受,风味复杂多样(15 分~20 分);米酒米香味和醇香味较淡,风味较复杂(10 分~14 分);香味非常淡且风味单一(0~9 分)
酒体滋味	爽口或者略带涩味,酸度适中或者偏酸,甜度适中或者甜味不够,杂味少等	米酒酸甜度适中,几乎无涩味,无杂味(15 分~20 分);米酒酸度过大或者甜度不足,有些许涩味和杂味(10 分~14 分);米酒酸度过大或者甜味不足,涩味和杂味较重(0~9 分)
风格	酒体完整或者有缺陷,酒味协调或者突兀,风味丰富或者单一等	米酒口感醇和,酒体完整,酒味协调,风味丰富(15 分~20 分);米酒酒体较淡薄,不够协调,风味较丰富(10 分~14 分);酒体淡且无味,口感较差,酒体不协调,风味单一(0~9 分)

1.3.5 总酚含量的测定

采用 Folin-Ciocalteu 比色法^[13]测定总酚含量。

1.3.6 数据处理

采用 Origin 9.0 和 IBM SPSS Statistics 25 进行图像绘制及数据处理。

2 结果与分析

2.1 没食子酸标准曲线

以没食子酸质量浓度(mg/mL)为横坐标,吸光度值为纵坐标,绘制没食子酸标准曲线,如图 1 所示。

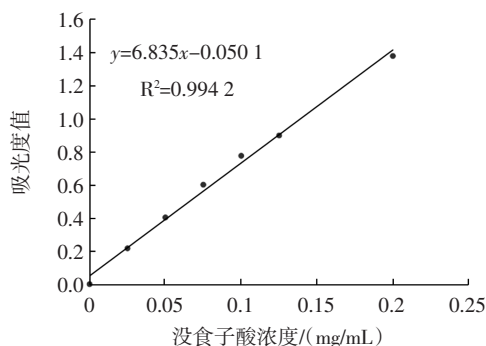


图 1 没食子酸标准曲线

Fig.1 Standard curve of gallic acid

2.2 黑糯米酒酿酒工艺优化

2.2.1 单因素试验

2.2.1.1 发酵时间对总酚含量及感官评分的影响

在新基质曲添加量为 15%,泡米时间为 5 h,发酵温度为 30℃的条件下,发酵时间分别为 4、5、6、7、8、9 d,于 30℃恒温培养箱中发酵,研究发酵时间对黑糯米酒总酚含量和感官评分的影响,结果如图 2 所示。

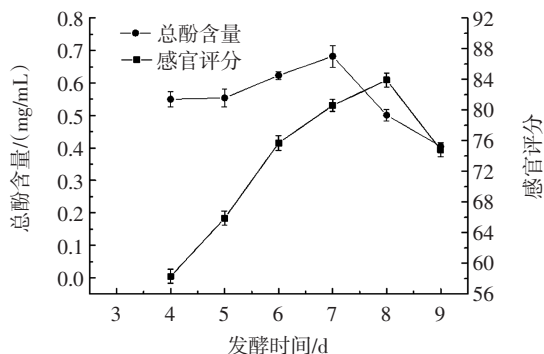


图 2 发酵时间对黑糯米酒总酚含量和感官评分的影响

Fig.2 Effect of fermentation time on total phenol content and sensory score of black glutinous rice wine

由图 2 可知,总酚含量随着发酵时间增加而增加,当发酵时间到 7 d 时,总酚含量达到最高 0.643 mg/mL,但是感官评分在 8 d 时感官评分值达到最大 84 分。发酵初期,在酵母和霉菌作用下,黑糯米和药材中的多酚溶于发酵液中,在发酵过程中乙醇含量增加,酚类

物质中部分属于醇溶性,可能导致总酚含量降低^[14-15]。研究表明,酚类物质可以在多级反应中被氧化^[16],这也可能是造成其含量降低的原因。综合以上因素,因此选择 6、7、8 d 发酵时间进行正交试验。

2.2.1.2 发酵温度对总酚含量及感官评分的影响

在泡米时间 5 h,新基质曲添加量为 15%,发酵时间为 7 d 的条件下,发酵温度分别为 24、28、30、34、37℃,研究发酵温度对黑糯米酒总酚含量和感官评分的影响,结果如图 3 所示。

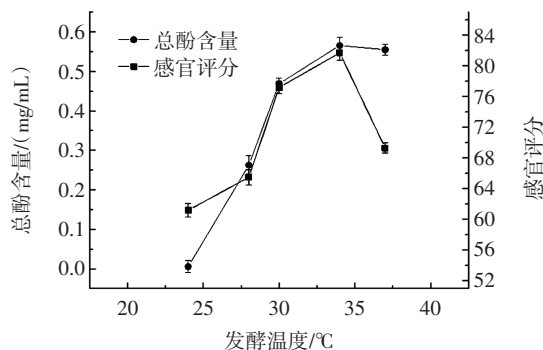


图 3 发酵温度对黑糯米酒总酚含量及感官评分的影响

Fig.3 Effect of fermentation temperature on total phenol content and sensory score of black glutinous rice wine

由图 3 可知,黑糯米酒总酚含量和感官评分均随着发酵温度的增加呈现先增加后减小的趋势,当发酵温度 34℃时,两者达到最大分别为 0.565 mg/mL 和 83 分。这是由于酶促反应中温度对酶促反应的影响较大,在适宜温度时,酶促反应才能达到最佳^[17-19]。因此选择发酵温度 30、34、37℃进行正交试验。

2.2.1.3 新基质曲添加量对总酚含量及感官评分的影响

在发酵时间 7 d,发酵温度为 30℃,泡米时间 5 h 的条件下,新基质曲添加量分别为 6%、8%、10%、12%、15%、20%,研究新基质曲添加量对黑糯米酒总酚含量和感官评分的影响,结果如图 4 所示。

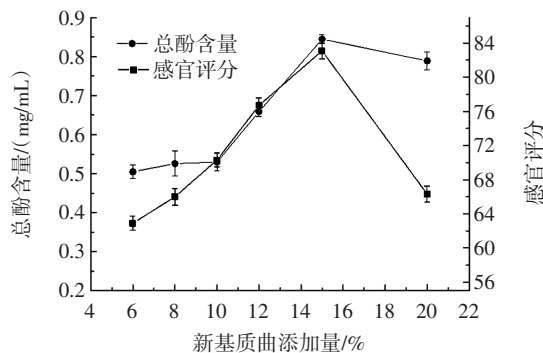


图 4 新基质曲添加量对黑糯米酒总酚含量及感官评分的影响

Fig.4 Effects of new matrix koji on total phenol content and sensory score of black glutinous rice wine

由图4可知,黑糯米酒感官评分随着新基质曲添加量的增加总体呈先增加后降低的趋势,当新基质曲添加量达到15%时,感官评分最高为82.6分。这可能是新基质曲为药食同源物质所制,添加量小,药香味不足,口感清淡,添加过量会导致药味过浓,影响口感^[18]。在新基质曲添加量为6%~10%的范围内总酚含量变化不大,新基质曲添加量大于10%后总酚含量呈先增加后减小的趋势,当新基质曲添加量达到15%时,总酚含量最高为0.845 mg/mL。这是因为新基质曲为药食同源基质制得,酚类物质含量较丰富,因此总酚会随着新基质曲添加量的增加而增加,随着发酵进行,酚类物质在发酵液中趋于饱和,但随着乙醇增多,其他醇溶性物质溶出增多,酚类物质被氧化,使得总酚含量下降。因此选择新基质曲添加量12%、15%、20%进行正交试验。

2.2.1.4 泡米时间对黑糯米酒总酚含量及感官评分的影响

在新基质曲添加量为15%,发酵时间为7 d,发酵温度30℃条件下,泡米时间分别为0、3、5、7、9 h,研究泡米时间对黑糯米酒总酚含量和感官评分的影响,结果如图5所示。

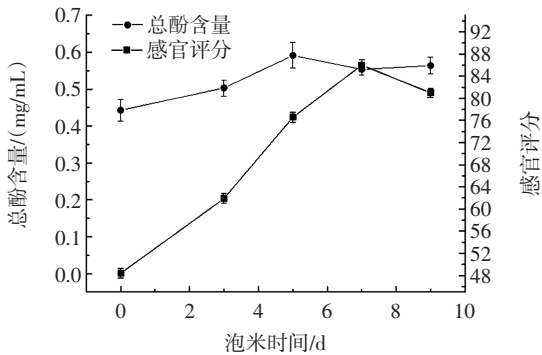


图5 泡米时间对黑糯米酒总酚含量及感官评分的影响
Fig.5 Effects of soaking time on total phenol content and sensory score of black glutinous rice wine

由图5可知,黑糯米酒感官评分随着泡米时间增加呈现先增加后减小的趋势,当泡米时间在7 h时,分数最高86分,总酚含量在泡米5 h时达到最大0.591 mg/mL。泡米时间短,米粒过硬导致蒸煮不完全,发酵时酚类物质无法更好溶解除,时间过长,米皮表面花青素随着水流失,导致酚类物质减少^[20]。因此选择泡米时间3、5、7 h进行正交试验。

2.2.2 正交试验结果

2.2.2.1 正交试验设计结果分析

正交试验结果与分析见表3。

由表3可知,影响黑糯米酒总酚含量的各因素的

表3 黑糯米酒发酵工艺正交试验结果与分析

Table 3 Results and analysis of orthogonal experiments for fermentation technology optimization of black glutinous rice wine

试验号	A/d	B/℃	C/%	D/h	总酚含量/ (mg/mL)	感官 评分
1	1(6)	1(30)	1(12)	1(3)	0.57	66.5
2	1	2(34)	2(15)	2(5)	0.60	75.3
3	1	3(37)	3(20)	3(7)	0.84	65.0
4	2(7)	1	2	3	0.69	82.4
5	2	2	3	1	0.67	84.8
6	2	3	1	2	0.59	82.2
7	3(8)	1	3	2	0.53	76.2
8	3	2	1	3	0.56	71.7
9	3	3	2	1	0.63	75.9
总酚 含量	k ₁	0.67	0.60	0.57	0.62	
	k ₂	0.65	0.61	0.64	0.57	
	k ₃	0.57	0.57	0.68	0.70	
	R	0.10	0.04	0.11	0.13	
感官 评分	k ₁	68.93	75.03	73.47	75.73	
	k ₂	83.13	77.27	77.87	77.90	
	k ₃	74.60	74.37	75.33	73.03	
	R	5.67	2.90	4.40	4.87	

主次顺序为D>C>A>B,影响黑糯米酒感官品质的各因素的顺序为A>D>C>B。

2.2.2.2 正交试验方差分析结果

以总酚含量和感官评定为评价指标的方差分析结果见表4和表5。

表4 以总酚为评价指标正交试验结果方差分析

Table 4 Variance analysis of orthogonal experiments results using total phenol content as evaluation index

变异来源	偏差平方和	自由度	均方	F值	显著性
A	0.054	2	0.027	403.413	*
B	0.004	2	0.002	28.748	*
C	0.006	2	0.003	45.846	*
D	0.001	2	0.000	7.201	*
误差	0.002	24	6.738×10 ⁻⁵		
总计	7.500	36			
校正的总计	0.067	35			

注:* 差异显著,P<0.05。

表5 以感官评定为评价指标正交试验结果方差分析

Table 5 Variance analysis of orthogonal experiments results using sensory evaluation as evaluation index

变异来源	偏差平方和	自由度	均方	F值	显著性
A	964.056	2	482.028	496.983	*
B	20.722	2	10.361	10.683	*
C	99.056	2	49.528	51.064	*

续表 5 以感官评定为评价指标正交试验结果方差分析

Continue table 5 Variance analysis of orthogonal experiments results using sensory evaluation as evaluation index

变异来源	偏差平方和	自由度	均方	F 值	显著性
D	81.556	2	40.778	42.043	*
误差	23.278	24	0.970		
总计	209 432.000	36			
校正的总计	1 191.889	35			

注:* 差异显著, $P < 0.05$ 。

由表 4 可知,发酵时间、发酵温度、新基质曲添加量、泡米时间均对黑糯米保健酒总酚含量和感官评分均有显著性影响($P < 0.05$)。以总酚含量为指标时,配方的最优组合为 $A_1B_2C_3D_3$,以感官评分为指标时,最优组合为 $A_2B_2C_2D_2$ 。根据 K 值的大小比较,以及综合分析认为,黑糯米酒发酵的最优参数为 $A_1B_2C_2D_3$,即发酵时间 6 d,发酵温度 34 ℃,新基质曲添加量 15 %,泡米时间 7 h,在此条件下进行 3 次验证试验,得黑糯米酒感官评分为 86 分,总酚含量为 0.85 mg/mL。

3 结论

本研究以枸杞、山药、覆盆子等 12 种药食同源物质为基质制成的酒曲为发酵曲,通过单因素和正交试验对黑糯米酒的酿造工艺进行优化。试验结果表明,最佳工艺参数为发酵时间 6 d,发酵温度 34 ℃,新基质曲添加量 15 %,泡米时间 7 h。在此优化条件下得到感官评分为 86 分,总酚量为 0.85 mg/mL 的黑糯米酒,酿造的米酒具有柔和色泽和黄酒特有的醇香,甜润爽口且具有一定的保健功能。

参考文献:

- [1] 朱怡. 贵州名特优粮食作物概况[J]. 耕作与栽培, 1995(4): 63-65
- [2] 贵州省农业厅. 贵州省名特优作物品质资源[J]. 作物品质资源, 1987(1): 39-41
- [3] 傅翠真, 吕宪禹, 侯文强. 黑糯米酒药用有效成分的初步研究[J].

中国水稻科学, 1991, 5(2): 72

- [4] 马洁. 浅谈黑糯米酒生产工艺[J]. 四川食品与发酵, 2000(1): 41-42
- [5] 徐秋月, 周志磊, 毛健, 等. 固相萃取-高效液相法测定黄酒中多酚[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(10): 1021-1027
- [6] 梁璋成, 何志刚, 林晓婕, 等. 红曲茶黄酒多酚色谱分析及其对小鼠抗氧化酶活力影响[J]. 中国酿造, 2019, 38(2): 62-65
- [7] 赵旭, 苏伟, 文飞, 等. 糖化酶协同微生物酿造黑糯米酒工艺探究[J]. 食品科技, 2016, 41(2): 287-291
- [8] 齐琦, 母应春, 禹晓婷, 等. 黑糯米保健酒工艺研究[J]. 中国酿造, 2017, 36(7): 182-186
- [9] QI Qi, LI Jing-wen, MU Ying-chun, et al. Experimental Study on the Black Glutinous Rice Health Wine on Tonifying Kidney in Mice[J]. Journal of Biobased Materials and Bioenergy, 2018, 12(1): 148-152
- [10] 张宇, 吴正云, 朱宇, 等. 制曲药材的选择及配方规律探讨[J]. 酿酒科技, 2018(11): 17-20
- [11] 刘奕. 川明参糯米酒酿造工艺研究[D]. 重庆: 西南大学, 2017
- [12] 吴琼燕, 林捷, 简佩雯, 等. 甜酒药曲理化品质及糯米酒香气成分研究[J]. 食品工业, 2016, 37(12): 130-134
- [13] 贺帅. 北方黄酒的功能性成分分析级保健牡蛎黄酒的研制[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014
- [14] 张强, 辛秀兰, 杨富民, 等. 红树莓果醋酿造过程中抗氧化性能的变化[J]. 食品科学, 2016, 37(3): 6-11
- [15] 化志秀, 芦艳, 鲁周民, 等. 红枣醋发酵阶段主要成分及抗氧化性的变化[J]. 中国食品学报, 2013, 13(8): 248-253
- [16] D.V Peron, SARA Fraga, FRANCINE Antelo. Thermal degradation kinetics of anthocyanins extracted from jucara (*Euterpe edulis Martius*) and "Italia" grapes (*Vitis vinifera* L.), and the effect of heating on the antioxidant capacity[J]. Food Chemistry, 2017, 232: 836-840
- [17] 戚一曼, 樊明涛, 程拯良, 等. 猕猴桃酒主发酵过程中多酚及抗氧化性的研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(24): 6-12
- [18] 周伟, 骆德伟. 复合酶促桂花酒澄清工艺研究 [J]. 农产品加工, 2018(18): 32-35
- [19] 杨福臣, 李西腾, 田青, 等. 蜂蜜酒酿造工艺优化及其多酚含量[J]. 食品工业, 2019, 40(3): 68-72
- [20] 苏伟, 齐琦, 赵旭, 等. 黑糯米酒酿造过程中多酚类物质的变化与其生物活性[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(8): 112-117

收稿日期: 2019-04-28