

玫瑰茄黄酒的工艺研究

王丽霞¹,叶思敏¹,陈炜敏¹,胡冰洁¹,吕廷璋^{2,*}

(1. 闽南师范大学生物科学与技术学院,福建漳州 363000;2. 台湾大学食品科技研究所,台湾台北 10672)

摘要:以糯米和玫瑰茄浸提液为原料,酿制玫瑰茄糯米黄酒。通过单因素和正交试验优化玫瑰茄黄酒糖化和发酵的工艺条件。结果表明:最佳糖化工艺条件为糖化时间 21 h、麦曲添加量 12 g、糖化温度 30 ℃;最佳发酵工艺条件为发酵时间 72 h、发酵温度 25 ℃、2%玫瑰茄浸提液添加量 60 mL、酒曲添加量 2.5%。在该条件下玫瑰茄黄酒的酒精度为 13.8%vol,还原糖含量为 0.256 mg/mL,pH 3.42。

关键词:玫瑰茄;黄酒;糖化;发酵;工艺

Study on the Technology of Roselle Rice Wine

WANG Li-xia¹, YE Si-min¹, CHEN Wei-min¹, HU Bing-jie¹, LÜ Ting-zhang^{2,*}

(1. Department of Biology Science and Technology, Minnan Normal University, Zhangzhou 363000, Fujian, China; 2. Institute of Food Science and Technology, Taiwan University, Taipei 10672, Taiwan, China)

Abstract: Roselle rice wine was processed using glutinous rice and rose eggplant extract as raw materials. Single factor tests and orthogonal design were applied to optimize the saccharification and fermentation conditions. The results showed that the best conditions of saccharification were: saccharification time 21 h, the amount of wheat koji 12 g, saccharification temperature 30 ℃. The optimum fermentation conditions were: fermentation time 72 h, fermentation temperature 25 ℃, 2% roselle extract 60 mL, koji addition 2.5%. Under these conditions, the alcohol content of the rice wine was 13.8%vol, the reducing sugar content was 0.256 mg/mL and pH 3.42.

Key words: roselle; rice wine; saccharification; fermentation; technology

引文格式:

王丽霞,叶思敏,陈炜敏,等. 玫瑰茄黄酒的工艺研究[J].食品研究与开发,2019,40(5):100-105

WANG Lixia, YE Simin, CHEN Weimin, et al. Study on the Technology of Roselle Rice Wine[J].Food Research and Development,2019,40(5):100-105

玫瑰茄又名洛神花、洛克红、山茄等,是传统的药食两用植物,除了具有消除疲劳、解暑清热的功效外,还有降血压、促进钙的吸收、抗氧化、促进消化、平喘、解毒、利尿,以及抗肿瘤、预防心血管疾病、降胆固醇、护肝等多种药理作用和医疗用途^[1-2]。

黄酒作为我国的民族特产和传统食品,历史悠

久。具有较高的营养价值,除了含有多种氨基酸之外,还有一些常量、微量元素及多种维生素等容易被人体消化的营养物质^[3]。适量饮用黄酒能够促进身体代谢、活血通脉,还能增进食欲,抵抗衰老,有助于身体健康。开发新型营养和保健功能的黄酒不仅能够提高黄酒的附加值,而且能够满足消费者对酒的营养保健要求,具有较好的市场前景。

目前,关于黄酒产品的研发有桑葚黄酒^[4]、莲子黄酒^[5]、苦荞黄酒^[6]、紫薯黄酒^[7]等,而玫瑰茄黄酒鲜见报道。本文研究玫瑰茄糯米黄酒的糖化和发酵工艺,为

基金项目:福建省高校科技计划重点项目(产学研项目)(2015N5003)

作者简介:王丽霞(1979—),女(汉),副教授,博士,研究方向:玫瑰茄高值化研究。

* 通信作者

更加有效地开发利用玫瑰茄以及黄酒类新产品,提高两者的附加值提供了理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

糯米:市售;麦曲:浙江丽水;酒曲:丽水力克生物科技有限公司;玫瑰茄干花萼:漳州金三角生物科技有限公司。

pH6.86 标准缓冲溶液、pH9.18 标准缓冲溶液、葡萄糖、3,5-二硝基水杨酸、苯酚、亚硫酸钠、氢氧化钠、酒石酸钾钠、邻苯二甲酸氢钾、酚酞(分析纯),漳州市



1.3.2 工艺要点

1)浸米:挑出劣质米粒,称 100 g 糯米进行清洗,倒入约两倍糯米量的水,常温浸米 8 h。

2)蒸煮:沥干糯米水分放入蒸锅中蒸煮,10 min 时在糯米上洒水,上下翻炒,继续蒸煮 15 min。至饭粒蒸熟,米粒松软有弹性,内无白心即可。

3)淋饭冷却:将蒸好的糯米倒在撑开的保鲜袋上,用筷子摊开冷却,再往上面撒上凉水,戴上一次性手套弄散弄匀。

4)拌曲糖化:在糯米上撒上称量好的麦曲,充分拌匀,装入发酵罐中,压实,倒入两倍糯米量的水,盖好盖子,放入 30 ℃的恒温箱中糖化 21 h。

5)玫瑰茄浸提液:将玫瑰茄干花萼放入粉碎机中粉碎,以花萼粉:蒸馏水比例 1:50(g/mL),将其置于恒温水浴锅中浸提,浸提时间为 1 h,温度 50 ℃,用纱布过滤,冷却后装瓶放冰箱待用。

6)主发酵:糖化结束时,在发酵罐中加入玫瑰茄提取液和酒曲,轻轻搅拌均匀,调节恒温箱温度进行发酵。

7)后发酵:将恒温箱温度调至 15 ℃~18 ℃后发酵 25 d 左右,后发酵结束,黄酒的风味得以改善^[8]。

8)澄清过滤:发酵结束后用八层纱布过滤,酒液装瓶放入冰箱中静置 1 d,让未过滤的物质沉淀,再进行一次过滤,得到澄清酒液。

9)煎酒:在 85 ℃下水浴 10 min~15 min^[9],杀死生酒中的微生物,并使酶钝化,以使黄酒中的成分得到固定,防止成品酒酸败。

翠林化玻仪器有限公司。

1.2 主要仪器

AR224CN 电子天平:奥豪斯仪器(上海)有限公司;FW-100 高速万能粉碎机:天津市泰斯特仪器有限公司;HH-8 数显恒温水浴锅:金坛市鸿科仪器厂;PRX-人工气候箱:上海博泰试验设备有限公司;V-1100D 可见分光光度计:上海美普达仪器有限公司;STARTER 2100 实验室 pH 计:奥豪斯仪器(上海)有限公司;ZNHW-加热套:巩义市予华仪器有限责任公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

1.4 感官评定方法

玫瑰茄黄酒的感官品评参照 GB/T 13662-2008《黄酒》中的评价方法。

1.5 理化指标测定

1)酸度的测定:采用酸碱滴定法^[10]。

2)还原糖含量的测定:3,5 二硝基水杨酸比色法^[11]。

3)酒精度的测定:按照 GB/T 13662-2008《黄酒》中的酒精度测定方法。

4)pH 值的测定:pH 计法。

1.6 单因素试验

1.6.1 糖化时间对糯米黄酒糖化效果的影响

向蒸煮淋冷后的糯米中添加 10%糯米(干重)量的麦曲,拌曲后于 30 ℃恒温培养箱中分别糖化 12、15、18、21、24 h 后,取样测定其还原糖含量和酸度。

1.6.2 麦曲添加量对糯米黄酒糖化效果的影响

向蒸煮淋冷后的糯米中分别添加 4、6、8、10、12 g 糯米(干重)量的麦曲,拌曲后于 30 ℃恒温培养箱中糖化 18 h 后,取样测定其还原糖含量和酸度。

1.6.3 糖化温度对糯米黄酒糖化效果的影响

向蒸煮淋冷后的糯米中添加适量麦曲,拌曲后分别于 21、24、27、30、33 ℃恒温培养箱中糖化 18 h 后,取样测定其还原糖含量和酸度。

1.6.4 糖化正交试验设计

以糖化时间、麦曲添加量、糖化温度为因素,糖化结束后的还原糖含量和酸度为评价指标,设计 $L_9(3^3)$ 正交试验,确定糯米黄酒最佳糖化工艺条件。

1.6.5 发酵时间对黄酒酒精度和感官品质的影响

糖化结束后,加入 50 mL 2% 玫瑰茄浸提液,2.5% 酒曲,在 25 °C 恒温培养箱中分别发酵 36、48、60、72、84 h,测定黄酒的酒精度,并对其进行感官评价。

1.6.6 发酵温度对黄酒酒精度和感官品质的影响

糖化结束后,加入 50 mL 2% 玫瑰茄浸提液,2.5% 酒曲,分别在 21、23、25、27、29 °C 的恒温培养箱中发酵 72 h,测定黄酒的酒精度,并对其进行感官评价。

1.6.7 玫瑰茄浸提液添加量对黄酒酒精度和感官品质的影响

糖化结束后,分别加入 30、40、50、60、70 mL 2% 玫瑰茄浸提液,2.5% 酒曲,在 25 °C 恒温培养箱中发酵 72 h,测定黄酒的酒精度,并对其进行感官评价。

1.6.8 酒曲添加量对黄酒酒精度和感官品质的影响

糖化结束后,分别加入 1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0% 酒曲,50 mL 2% 玫瑰茄浸提液,在 25 °C 恒温培养箱中发酵 72 h,测定黄酒的酒精度,并对其进行感官评价。

1.6.9 发酵正交试验设计

以发酵时间、发酵温度、玫瑰茄浸提液添加量、酒曲添加量为因素,酒精度和感官评分为指标,设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,确定糯米黄酒最佳发酵工艺参数。

2 结果与分析

2.1 糖化单因素试验

2.1.1 糖化时间的确定

糖化时间对糯米糖化效果的影响见图 1。

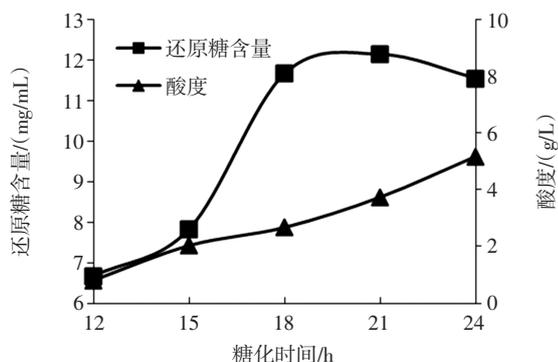


图 1 糖化时间对糯米糖化效果的影响

Fig.1 Effect of saccharification time on saccharification efficiency of glutinous rice

由图 1 可知,随着糖化时间的增长,还原糖含量呈先上升后下降趋势。当糖化时间为 21 h 时,还原糖含量达到最大值。糖化时间在 12 h~18 h 时,糖化速率很快,18 h 后比较平缓;酸度则随着糖化时间的增加逐渐

升高。这是由于随着糖化时间延长,糯米中的淀粉被不断水解转化为糖,故还原糖含量不断增加。当还原糖含量达最大值时说明糖化比较完全。之后还原糖含量开始下降,这是由于麦曲中含有多种微生物,并带有杂菌,如乳酸杆菌、醋酸杆菌等,将糖转化成有机酸^[2]。因此,随着糖化时间的增长酸度不断增加。综合考虑,糖化时间为 18 h~21 h 较合适。

2.1.2 麦曲添加量的确定

麦曲添加量对糯米糖化效果的影响见图 2。

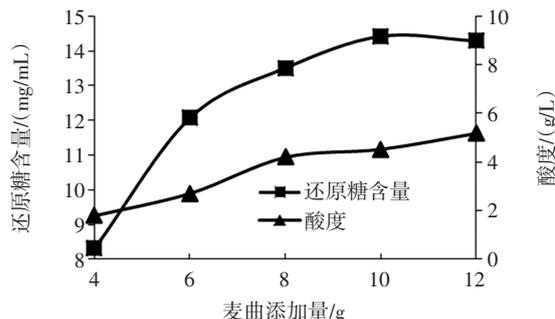


图 2 麦曲添加量对糯米糖化效果的影响

Fig.2 Effect of wheat starter dosage on saccharification efficiency of glutinous rice

由图 2 可知,随着麦曲添加量的增加,还原糖含量先升高后下降。当麦曲添加量为 10 g 时,还原糖含量达到最大值;麦曲添加量在 4 g~6 g 范围内时,糖化速率是上升得较快,之后变慢,但一直维持着上升趋势。酸度随着麦曲添加量的增加呈缓慢上升趋势。麦曲作为一种糖化剂本身含有糖化酶^[3]及各种产酸菌^[4],麦曲添加量越多,糖化酶的量越多,糖化程度越彻底,从而糖化液中的还原糖含量变得越高,当大部分淀粉转化为还原糖后,还原糖含量上升变得缓慢。此外,在糖化过程中,存在于麦曲中的微生物会参与反应,将糖转化为有机酸,麦曲添加量越多,其中所含的产酸菌越多,产酸能力越强。当糖化速率较快时产酸菌大量繁殖,酸度升高,过高的酸度会使黄酒品质下降。综合考虑,麦曲添加量选 10 g 为宜。

2.1.3 糖化温度的确定

糖化温度对糯米糖化效果的影响见图 3。

由图 3 可知,随着糖化温度的升高,还原糖含量先升高后下降,当温度为 30 °C 时,还原糖含量达到最大值。酸度则随着温度的升高而呈增加趋势。这是因为在低温时糖化酶的活性减弱,使糯米淀粉的糖化效果变差,还原糖含量较低;当糖化温度达到糖化酶的最适温度时,麦曲中的糖化酶活性最好,还原糖含量最高;当糖化温度过高,则使糖化酶的活性受到抑制,导

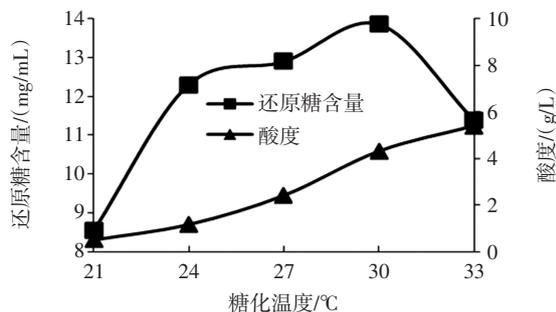


图3 糖化温度对糯米糖化效果的影响

Fig.3 Effect of saccharification temperature on saccharification efficiency of glutinous rice

致淀粉水解受阻,还原糖含量开始下降。酸度升高可能是由于米饭中酸性氨基酸的溶出^[15]。综合考虑,糖化温度为30℃较合适。

2.2 糖化正交试验

糖化正交试验结果与分析见表1。

表1 糖化正交试验结果与分析

Table 1 Orthogonal test results and analysis of saccharification

试验号	因素			还原糖含量/(mg/mL)	酸度/(g/L)
	A 糖化时间/h	B 麦曲添加量/g	C 糖化温度/℃		
1	1(18)	1(8)	1(24)	10.51	1.62
2	1	2(10)	2(27)	11.48	1.88
3	1	3(12)	3(30)	14.09	3.41
4	2(21)	1	2	9.85	2.03
5	2	2	3	14.73	4.21
6	2	3	1	13.42	2.99
7	3(24)	1	3	11.96	4.55
8	3	2	1	12.73	3.21
9	3	3	2	12.79	4.89
K ₁	12.03	10.78	12.22		
K ₂	12.67	12.98	11.38		
K ₃	12.49	13.44	13.59		
R	0.64	2.66	2.22		
还原糖含量较优水平	A ₂	B ₃	C ₃		
主次因素	B>C>A				
K' ₁	2.30	2.73	2.61		
K' ₂	3.08	3.10	2.93		
K' ₃	4.22	3.76	4.06		
R	1.91	1.03	1.45		
酸度较优水平	A ₁	B ₁	C ₁		
主次因素	A>C>B				

由表1可知,以还原糖含量为指标时,对糯米糖化效果影响的各因素主次关系为:B>C>A,即麦曲添加量是最主要因素,其次是糖化温度,最后是糖化时间,分

别取各因素的最高水平,最优水平组合为A₂B₃C₃。以酸度为指标时,对糯米黄酒糖化效果影响的各因素主次关系为:A>C>B,即糖化时间是最主要因素,其次是糖化温度,最后是麦曲添加量,分别取各因素的最低水平,最优组合为A₁B₁C₁。对两种组合分别进行3次重复试验,结果按A₂B₃C₃组合得糖化醪还原糖含量为15.13 mg/mL,酸度4.40 g/L。按A₁B₁C₁组合得糖化醪还原糖含量为10.51 mg/mL,酸度1.62 g/L,酸度均小于4.5 g/L^[9]。综合考虑,选用A₂B₃C₃组合,即糖化时间21 h,麦曲添加量12 g,糖化温度30℃。

2.3 发酵单因素试验

2.3.1 发酵时间对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

发酵时间对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响见图4。

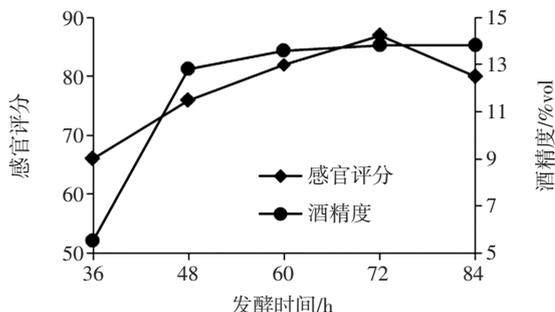


图4 发酵时间对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

Fig.4 The effect of fermentation time on alcohol and sensory score of roselle rice wine

由图4可知,随着发酵时间的延长,黄酒的酒精度先升高后趋于平稳。这是因为糖化结束后醪液中虽然积累了大量的还原糖,但是在发酵初期微生物处于增殖阶段,所以将糖转化成酒精的数量有限;一段时间后,微生物数量变多,迅速将还原糖转化成酒精;随着发酵时间的继续延长,还原糖几乎被利用完,酒精度基本稳定。随着发酵时间的延长,感官评分先升高后下降,72 h时达到最高。这是因为发酵初期黄酒酒精度较低,酒味淡薄,酒体不够醇厚,口感不佳,后期酒体成分不协调,苦味、酸味增强。综合考虑,发酵时间选为72 h。

2.3.2 发酵温度对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

发酵温度对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响见图5。

由图5可知,随着发酵温度的升高,玫瑰茄糯米的酒精度先增加后下降,当发酵温度为25℃时,酒精度最高;结果与岳春等^[9]的研究结果一致。感官评分

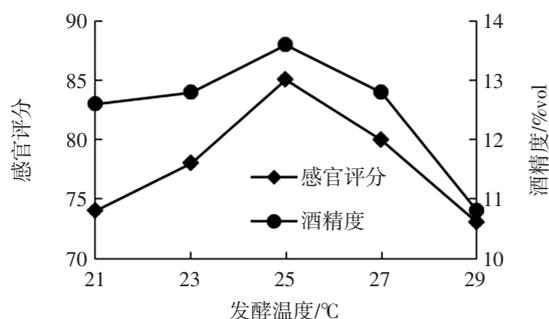


图5 发酵温度对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

Fig.5 The effect of fermentation temperature on alcohol and sensory score of roselle rice wine

也随着发酵温度的升高先增加后下降。这是因为当温度低时,酒曲中的微生物繁殖和代谢变得缓慢,生命力降低,发酵产生酒精的能力较弱,酒味淡薄,醇香不足,感官评分相应较低;当温度逐渐升高达到最适温度时,微生物的发酵活力增强,酒精度增加,醇香浓厚,酒体协调,同时具有玫瑰茄的色泽和风味;当发酵温度过高,微生物活性受到抑制,从而影响发酵,酒精度下降,造成黄酒口感下降,感官评分亦降低。因此,选择发酵温度为 25 °C。

2.3.3 玫瑰茄浸提液添加量对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

玫瑰茄提取液添加量对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响见图 6。

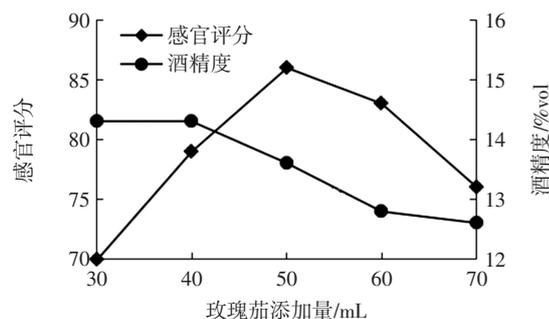


图6 玫瑰茄提取液添加量对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

Fig.6 The effect of roselle extract on alcohol and sensory score of roselle rice wine

由图 6 可知,当玫瑰茄浸提液添加量在 30 mL~40 mL 时酒精度较高,当添加量大于 40 mL 后,酒精度反而下降,这可能是由于当加入的玫瑰茄浸提液较多时,发酵醪体积增大,黄酒浓度被稀释。感官评分随着玫瑰茄添加量的增加先上升后下降,这是因为当玫瑰茄添加量少时,黄酒中酒味略重,玫瑰茄的风味、色泽不明显;当玫瑰茄添加量较大时,玫瑰茄的酸味较突出,且由于酒体稀释造成酒精度降低,酒体不协调。综合考虑,选择玫瑰茄浸提液添加量为 50 mL。

2.3.4 酒曲添加量对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

酒曲添加量对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响见图 7。

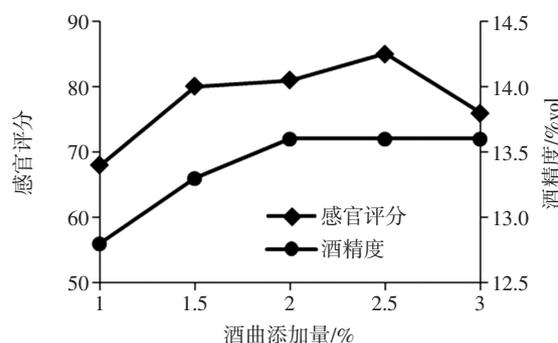


图7 酒曲添加量对玫瑰茄黄酒酒精度和感官评分的影响

Fig.7 The effect of koji addition on alcohol and sensory score of roselle rice wine

由图 7 可知,随着酒曲添加量的增加,酒精度先上升后保持平缓;感官评分先升高后下降。这是因为当酒曲添加量小于 2 % 时,微生物数量不足,将还原糖全部发酵成酒精需要的时间更长,酒精度较低,黄酒口感淡薄,评分较低;当酒曲添加量超过 2 % 时,虽然微生物数量增多,但是发酵醪中还原糖含量有限,不会产生更多的酒精。且由于酒曲添加量过多,黄酒产生酒曲味,滋味口感变劣,感官评分降低。当酒曲添加量为 2.5 % 时感官评分更高,此时黄酒酸甜适宜,酒度适宜,香气、色泽风味良好,澄清透明。综合考虑,选 2.5 % 的酒曲添加量最合适。

2.4 正交试验

正交试验结果与分析见表 2。

表 2 发酵正交试验结果与分析

Table 2 Orthogonal test results and analysis of fermentation

试验号	A 发酵时间/h	B 发酵温度/°C	C 玫瑰茄浸提液添加量/mL	D 酒曲添加量/%	感官评分	酒精度/%vol
1	1(60)	1(23)	1(40)	1(1.5)	70	12.6
2	1	2(25)	2(50)	2(2.0)	75	12.8
3	1	3(27)	3(60)	3(2.5)	81	13.2
4	2(72)	1	2	3	86	13.6
5	2	2	3	1	89	13.3
6	2	3	1	2	79	13.8
7	3(84)	1	3	2	75	12.6
8	3	2	1	3	85	13.8
9	3	3	2	1	72	12.5
K ₁	75.33	77.00	78.00	77.00		
K ₂	84.67	83.00	77.67	76.33		

续表2 发酵正交试验结果与分析
Continue table 2 Orthogonal test results and analysis of fermentation

试验号	A 发酵时间/h	B 发酵温度/℃	C 玫瑰茄浸提液添加量/mL	D 酒曲添加量/%	感官评分	酒精度/%vol
K ₃	77.33	77.33	81.67	84.00		
R	9.34	6.00	4.00	7.67		
感官评分最优水平	A ₂	B ₂	C ₃	D ₃		
主次顺序	A>D>B>C					
K' ₁	12.87	12.93	13.40	12.80		
K' ₂	13.57	13.30	12.97	13.07		
K' ₃	12.97	13.17	13.03	13.53		
R	0.700	0.37	0.43	0.73		
酒精度最优水平	A ₂	B ₂	C ₁	D ₃		
主次顺序	D>A>C>B					

由表2可知,各因素对玫瑰茄黄酒感官评分影响的主次顺序是A>D>B>C,即发酵时间>酒曲添加量>发酵温度>玫瑰茄浸提液添加量,最佳因素组合为A₂B₂C₃D₃;各因素对玫瑰茄黄酒酒精度影响的主次顺序是D>A>C>B,即酒曲添加量>发酵时间>玫瑰茄浸提液添加量>发酵温度,最佳因素组合为A₂B₂C₁D₃。比较感官评分和酒精度的最优因素水平组合,差异在于C,即玫瑰茄浸提液添加量,当C₃水平时玫瑰茄风味比较浓郁,黄酒感官评分较高;当C₁水平时酒精度虽高,但是黄酒风味、色泽比较淡,与单因素试验结果一致,因此最优水平组合选A₂B₂C₃D₃,即玫瑰茄黄酒的最优发酵工艺条件为发酵时间72h,发酵温度25℃,玫瑰茄浸提液添加量60mL,酒曲添加量2.5%。按此条件进行3次重复试验,结果测得产品的酒精度为13.8%vol,感官评分为90分。

2.5 产品质量标准

感官指标:制得的玫瑰茄糯米黄酒成品呈棕红色,酒液清亮,无肉眼可见杂质;具有黄酒的独特风味和玫瑰茄的天然风味,无不良气味;酒味醇香浓厚,酸甜适宜,无异味;酒体协调,具有黄酒品种的典型风格。

理化指标:酒精度(20℃)为13.8%vol,还原糖含量(以葡萄糖计)为0.256mg/mL;pH值为3.42。

3 结论

对玫瑰茄糯米黄酒生产中的糖化和发酵工艺进

行了优化,通过单因素和正交试验得到糖化的最佳工艺条件为:100g生糯米,糖化时间21h,麦曲添加量12g,糖化温度30℃,糖化液中还原糖含量和酸度分别为15.13mg/mL和4.40g/L。发酵工艺条件为:发酵时间72h,发酵温度25℃,2%玫瑰茄浸提液添加量60mL,2.5%酒曲。此条件下制得的玫瑰茄糯米黄酒液呈棕红色,保留有黄酒独特的风味,澄清透明,色泽亮丽,略带玫瑰茄的微酸味,酒精度适中,酸甜适口。

参考文献:

- [1] 李洪祥,姜保平,肖伟,等.玫瑰茄近十年的研究进展[J].中国现代中药,2017,19(4):587-593
- [2] 顾关云,蒋昱.玫瑰茄的化学成分与生物活性[J].现代药物与临床,2010,25(2):109-115
- [3] 王腾宇,王世让,李丹,等.新型银耳黄酒的研制[J].食品工业,2017(5):58-61
- [4] 岳春,葛中巧.桑葚保健黄酒的研究[J].食品工业,2012,33(9):66-69
- [5] 吴灿,夏延斌,唐鑫.响应面法优化莲子黄酒的发酵工艺条件[J].现代食品科技,2013,29(7):1675-1679
- [6] 万萍,张宇,杨兰,等.响应面法优化苦荞干黄酒主发酵工艺[J].食品与生物技术学报,2015,34(11):1185-1191
- [7] 李纪涛,蒋和体,束俊霞,等.紫薯糯米黄酒的发酵规律及其香气成分分析[J].食品工业科技,2014,35(20):221-225
- [8] 刘姐,伍时华,黄瑶,等.糯米甜酒酿造工艺的研究[J].安徽农业科学,2011,39(15):9135-9137
- [9] 毛青钟,徐大新.决定绍兴黄酒灭菌温度的因素[J].江苏调味品,2006(5):18-21
- [10] 刘殿锋,朱学文,张志轩,等.番茄酒发酵工艺研究[J].食品科学,2009,30(12):293-296
- [11] 赵凯,许鹏举,谷广焯.3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J].食品科学,2008(8):534-536
- [12] 姜照,杜金华,祝敏,等.发酵玉米醪中细菌数量变化及抑菌作用研究[J].中国食品学报,2011,11(6):176-182
- [13] 寿泉洪,杨国军,陈细丹,等.黄酒生麦曲与熟麦曲的性能比较[J].酿酒科技,2008(4):92-95
- [14] 李静,谭海刚.麦曲微生物组成分析及其对即墨老酒品质的影响[J].粮油食品科技,2016,24(6):42-44
- [15] 寿泉洪,赵光鳌,魏桃英,等.黄酒麦曲的糖化特性研究[J].酿酒科技,2008(8):95-98
- [16] 汪建国,汪琦.黄酒醪酸败原因分析及预防措施[J].中国酿造,2005,149(8):36-39

收稿日期:2018-07-18