

猕猴桃枸杞复合果酒的研制

魏丽娜, 赵静, 余偲, 罗仓学, 史长政

(陕西科技大学食品与生物工程学院, 陕西西安 710021)

摘要: 猕猴桃营养丰富, 风味独特, 富含大量的挥发性香气成分, 是果酒酿造的最优原料之一。枸杞富含枸杞多糖及甜菜碱等活性物质, 是一种传统的“药食兼用”原材料, 特别是其中丰富的 β -胡萝卜素更是赋予了其制品独特的色泽。为了进一步改善猕猴桃果酒色泽, 丰富其营养价值, 研制开发猕猴桃枸杞复合果酒。采用猕猴桃和枸杞为原料, 在单因素实验的基础上通过响应面法对复合果酒的发酵工艺进行优化, 从而得到最佳的发酵工艺条件。结果表明: 猕猴桃及枸杞配比为 8.50:1, 接种量为 1.22 g/L, 发酵温度为 21.40 °C, 加糖量为 20 g/100 mL, 发酵时间为 7 d。在此参数下可以获得颜色为橙红色, 澄清透明, 口感清爽, 具有猕猴桃和枸杞的果香, 理化指标达到相关标准, 酒精度为 12.10%的复合果酒。该研究为猕猴桃及枸杞的深加工提供了理论依据, 也为复合果酒开发拓宽了思路。

关键词: 猕猴桃; 枸杞; 发酵; 复合果酒; 响应面法

文章编号: 1673-9078(2019)08-190-197

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.8.028

Development of Kiwi & Medlar Fruit Wine

WEI Li-na, ZHAO Jing, YU Si, LUO Cang-xue, SHI Chang-zheng

(College of Food and Biological Engineering, Shanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: Kiwi was rich in nutrients, kiwifruit flavor unique, rich in a large number of volatile aroma components, was one of the best raw materials for fruit wine brewing. Medlar was rich in *Lycium barbarum* polysaccharide, betaine and other active substances, was a traditional “medicine and edible” raw materials, especially the rich β -carotene was given its products unique color. In order to further improve the color of kiwi fruit wine and enrich its nutritional value, the compound fruit wine of kiwi and medlar was developed. The kiwi and medlar were used as raw materials to develop the compound fruit wine. Based on the single factor experiment, the fermentation process of the compound fruit wine was optimized by the response surface method to obtain the best fermentation conditions. The optimum technical parameters were summed up as follows: The ratio of kiwi and medlar was 8.50:1, yeast inoculum was 1.22 g/L, fermenting temperature at 21.40 °C, sugar content was 20 g/100 mL, fermentation time was 7 days. Under this optimal parameter, the compound fruit wine with orange red color, clear and transparent, refreshing taste, fruit aroma of kiwi and medlar, physicochemical indexes reaching relevant standards and the alcohol content of 12.10% can be obtained. This study provides a theoretical basis for the further processing of kiwi and medlar, and also broadens the ideas for the development of compound fruit wine.

Key words: kiwi; medlar; brewing; compound fruit wine; response surface methodology

猕猴桃被称为“维 C 之王”^[1], 其质地柔软、口感酸甜, 含有丰富的维生素、矿物质、多种氨基酸等营养物质^[2], 具有降低血液中胆固醇及甘油三酯水平, 防治心脑血管疾病^[3-5], 动脉粥样硬化, 冠心病, 高血压, 抗衰老^[6,7], 抗癌^[8]等功效。猕猴桃果实含有大量

收稿日期: 2019-03-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(31701562); 陕西省重点研究开发项目(2017TSCXL-NY-02-03); 引进陕西科技大学博士科研启动基金项目(2016BJ-27)

作者简介: 魏丽娜(1980-), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 农产品及果蔬加工, 天然产物的分离与提取, 植物源天然抑菌剂与食源性致病菌抑菌机理
通讯作者: 罗仓学(1959-), 男, 教授, 研究方向: 农产品及果蔬加工, 食品加工及资源综合利用

挥发性香气成分如酯类、醇类和酮类等, 使其成为果酒酿造的最优原料之一。随着我国猕猴桃种植业的发展, 其产量不断增多, 但经济效应并不理想^[9]。猕猴桃属于浆果类, 是呼吸跃变型果实, 在室温条件下软化比较快, 冷藏虽可以使其采后贮藏期延长, 但易发生冷害, 导致库损严重^[10]。果酒酿造作为一种深加工的重要方式之一, 可以有效解决猕猴桃不耐储藏的问题, 提高果实的附加值, 带来显著的经济效益。

枸杞富含人体所需的 18 种氨基酸和 32 种微量元素, 其含有的枸杞多糖、甜菜碱等活性物质使其具有养肝明目^[11], 降低血糖, 抗脂肪肝, 抗动脉硬化, 促进造血功能, 抗肿瘤, 抗氧化, 延缓衰老等作用^[12-14], 是即食的滋补上品。枸杞含有丰富的色素类物质, 其

主要成分为脂溶性类胡萝卜素类化合物,如游离类胡萝卜素、类胡萝卜素脂肪酸酯。游离类胡萝卜素包括 β -胡萝卜素、 β -隐黄质和玉米黄质;类胡萝卜素脂肪酸酯主要为玉米黄质双棕榈酸酯、玉米黄质单棕榈酸酯和 β -隐黄质棕榈酸酯。枸杞子色素以黄色素为主,还含有少量红色素。枸杞色素类物质不仅具有营养价值,也赋予了其制品独特的色泽。

果酒以其酸甜适口、酒香怡人、兼具一定的保健功能及营养价值越来越受到消费者的喜爱。而以多种水果为原料酿制的复合果酒不仅能够弥补单一果酒在色泽、风味上的缺陷,也可进一步丰富其营养价值。因此,复合果酒的开发和研制以成为当今果酒研究领域中的热点之一。猕猴桃酿酒已广为人们所接受和喜爱,而单一的猕猴桃果酒尚存在色泽不佳,口感酸涩等问题。本研究将猕猴桃和枸杞进行复配酿制成复合果酒,利用枸杞中丰富的色素物质改善猕猴桃果酒的色泽,同时增强其营养价值。以期获得色泽橙红,酸甜适口、酒香怡人,营养价值更为丰富的复合果酒^[15],为猕猴桃及枸杞的深加工提供理论依据,也为复合果酒开发拓宽思路。

1 材料与方法

1.1 主要材料

中华猕猴桃,陕西省宝鸡市眉县;宁杞1号枸杞,宁夏中宁;蔗糖,天津市天力化学试剂有限公司;果胶酶,宁夏和氏璧生物技术有限公司;果酒酵母,安琪酵母股份有限公司。

1.2 主要仪器

手持糖度计,旋转蒸发仪, PB-10 pH计,紫外可见分光光度计,恒温水浴锅,酒精计,循环水式多用真空泵, HJ-3 恒温磁力搅拌器。

1.3 工艺流程

枸杞/猕猴桃→挑选→清洗→复水→打浆→加入果胶酶酶解→接种酵母→前发酵→倒罐→后发酵→陈酿→降酸→过滤→调配→灭菌→密封瓶装→复合果酒

1.4 操作要点

1.4.1 混合果浆的制备

选择七到八成熟、无虫害、无病变的猕猴桃,清洗、去皮之后破碎打浆。挑选大小适宜、新鲜、颜色一致、无霉烂的干枸杞,清洗干净,将其浸泡复水1 h后打浆。将枸杞和猕猴桃打好的浆按不同比例分别混

合好,放入清洁密封的锥形瓶中。为防止其他菌的生长对试验造成影响,加入二氧化硫浓度为50 mg/L的偏重亚硫酸钾进行杀菌^[16]。

1.4.2 果胶酶处理

往配好的混合果浆中分别加入1 mL的果胶酶(果胶酶使用前按果胶酶:水=1:10的比例,在35℃的温水中搅拌活化30 min),然后放入40℃的水浴中,酶解3.50 h,期间每隔0.50 h搅拌一次,使其完全酶解^[17]。

1.4.3 调整糖度

用蔗糖对果浆进行成分调整^[18],一般糖分调整至20%~21%, pH值一般控制在3.20~3.70,一般最好不超过4.00。

1.4.4 接种和发酵

将酵母用35℃温水活化30 min后接种到混合果浆中,将接种好的果酒用灭菌后的纱布封口,在预设的实验方案下自然发酵。

1.4.5 过滤、灭菌和封瓶

将发酵好的复合果酒一同倒入布氏漏斗中,用真空泵对其进行抽滤,以除去发酵酒中的不溶物、杂质和果渣。将过滤后的复合果酒加热至70℃~80℃,进行20~30 min的灭菌处理。最后,将杀菌后的果酒进行密封装瓶。

1.5 试验方法

1.5.1 检测方法

酒精度的测定^[19]:蒸馏比重法;总酸的测定:电位滴定法;还原糖的测定:直接滴定法;挥发酸的测定:酸碱滴定法;二氧化硫的测定:直接碘量法;澄清度:采用分光光度法。

1.5.2 单因素试验设计

以猕猴桃和枸杞果汁的混合比例、酵母的添加量、发酵温度、蔗糖的添加量和发酵时间为单因素,研究不同单因素对复合果酒发酵酒精度和感官评定的影响。在蔗糖添加量为10 g/100 mL,酵母接种量为1.20 g/L, SO₂添加量为50 mg/L条件下,研究不同猕猴桃和枸杞果汁的混合比例(3:1、4:1、5.70:1、9:1、19:1)对复合果酒酒精度的影响和感官评定的影响;在蔗糖添加量为10 g/100 mL,猕猴桃和枸杞果汁的混合比例为9:1, SO₂添加量为50 mg/L条件下,研究不同酵母添加量(0.40 g/L, 0.80 g/L, 1.20 g/L, 1.60 g/L, 2.00 g/L)对复合果酒酒精度和感官评定的影响;在猕猴桃枸杞果汁的混合比例为9:1,添加蔗糖量为10 g/100 mL,酵母量添加量为1.20 g/L, SO₂添加量为50 mg/L条件下,研究不同发酵温度(14℃、18℃、21℃、24℃、28℃)对复合果酒酒精度和感

官评定的影响；在猕猴桃和枸杞果汁的混合比例为 9:1，酵母添加量为 1.20 g/L，SO₂ 添加量为 50 mg/L 条件下，研究不同蔗糖添加量（15 g/100 mL、17.50 g/100 mL、20 g/100 mL、22.50 g/100 mL、25 g/100 mL）对复合果酒精度和感官评定的影响；在猕猴桃和枸杞的配比为 9:1，蔗糖添加量为 20 g/100 mL，酵母接种量为 1.20 g/L，SO₂ 添加量为 50 mg/L 条件下，研究不同发酵时间（4 d、5 d、6 d、7 d、8 d）对复合

果酒酒精度和感官评定的影响。

1.5.3 感官品质评价

找 8 位经过训练的老师及同学，分别对果酒进行感官评分，主要是从外观、香气、口感、风味四个方面来进行评价，并给出评分，最后将总评分平均，即可得猕猴桃枸杞复合果酒的感官评分，评价指标见表 1 所示。

表 1 感官分析评分表

Table 1 Sensory evaluation standards

指标	标准	分值
外观(10 分)	深红色，色泽均匀，酒色鲜艳，有沉淀	0~5
	橙红色，色泽均匀，酒色鲜艳，无沉淀	5~10
香气(30 分)	有猕猴桃香气，不明显，酒香不足，有异味	0~19
	有猕猴桃原有香气，酒香次之，无异味	20~24
	有猕猴桃原有香气，枸杞香味，令人适宜的酒香	26~30
口感(40 分)	酒味不突出，过酸或者过甜，有异味，果香味不明显	0~19
	酒味不是特别明显，酸甜爽口，果味较淡	20~29
	酒味适宜，酸甜爽口、舒服，有果酒的香味	30~40
风味(20 分)	风味不协调，过浓郁或过清淡	0~9
	风味浓郁，有着枸杞和猕猴桃特有的风味	10~20

1.5.4 验证实验

按单因素试验和响应面优化中获得的最佳发酵条件进行验证试验。

1.5.5 复合果酒稳定性的研究

澄清的果酒在贮存过程中，可能会出现各种原因造成的浑浊及沉淀，从而使复合果酒的口感变差而影响感官评分，因此为了保证果酒能够长期保持稳定性，对其稳定性进行研究^[20]。

1.5.5.1 氧化稳定性试验

果酒酵母在与氧接触后进行有氧呼吸作用，生成乙酸，醋酸菌好氧，使暴露在空气中的果酒污染，产生大量的乙酸及乙酸乙酯。取 100 mL 过滤后澄清的猕猴桃枸杞复合果酒在空气中放置 24 h，使其与空气充分接触，并观察表面的变化。

1.5.5.2 酒石稳定性试验

酒石是果酒中酒石酸的结晶体，其生成的原因低温贮藏过程中，酒中的矿物质与酒石酸结合形成酒石结晶体，且形成没有一定的规律，通常附着在瓶底、瓶肩或者出现在软木塞之底端。取 100 mL 澄清的猕猴桃枸杞复合果酒在 -4 ℃ 环境下保持 15 d，观察有无结晶析出。

1.6 数据处理

每个实验做三组平行实验，利用 SPSS statistic 21，

Design-Expert 软件对数据进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 单因素实验

2.1.1 猕猴桃和枸杞果汁不同混合比例对复合果酒酒精度和感官评定的影响

不同混合比例对复合果酒酒精度和感官评定的影响见图 1。

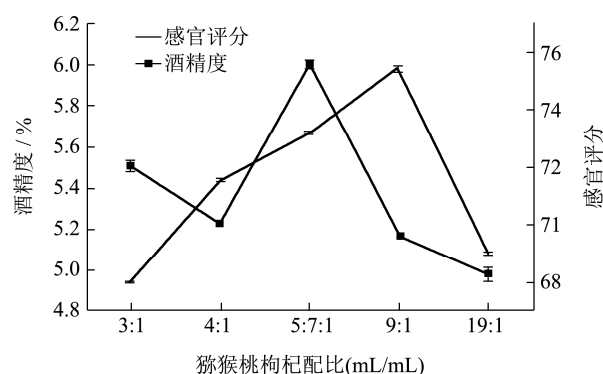


图 1 不同混合比例对复合果酒酒精度和感官评定的影响

Fig.1 Effects of different mixing proportion on alcohol and sensory evaluation of compound fruit wine

由图 1 可知，复合果酒在 5.70:1 的比例时酒精度最高，而在 9:1 时感官评分最高，考虑到复合果酒特点要突出，要有所用原料的果香味和价格等各方面因

素,选择猕猴桃和枸杞的比例 9:1 作为最佳条件,此时的复合果酒质量风味较佳。因为枸杞的含糖量高于猕猴桃,因此枸杞的量越多,酵母发酵时可利用的糖越多,生成的酒精度越高。但随着枸杞的含量增多,枸杞的本身的味道过重,将猕猴桃原有的果香都掩盖住,果酒的颜色也过于偏红,遮住了猕猴桃的颜色,使复合果酒中,猕猴桃果香的特点失去;同时感官评分也随之下降。

2.1.2 不同酵母添加量对复合果酒酒精度和感官评定的影响

不同酵母添加量对复合果酒酒精度和感官评定的影响见图 2。

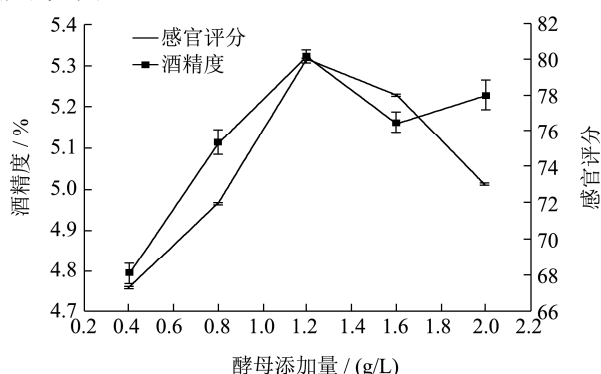


图 2 不同酵母添加量对复合果酒酒精度和感官评定的影响

Fig.2 Effects of different yeast content on alcohol and sensory evaluation of compound fruit wine

由图 2 可知,当酵母添加量为 1.20g/L 时,猕猴桃枸杞复合果酒的酒精度和感官分均呈现最大值。当酵母添加量小于 1.20 g/L 时,猕猴桃枸杞复合果酒的酒精度和感官评分随着酵母添加量增大而呈现上升的趋势。反之,猕猴桃枸杞复合果酒的酒精度和感官评分呈现下降的趋势。原因在于,当接种少量的酵母菌时,发酵液中的糖不能完全被酵母利用转化,故酒精含量低;而当酵母接种量大时,酵母菌会在短时间内大量生长繁殖从而消耗发酵液中的糖,用于生成酒精的底物量减少^[21]。若酵母接种量继续增大时,过高的接种量不仅会增加成本,还会让酒体变得浑浊,使果酒产生异味、口感变差。因此,确定酵母添加量为 1.20 g/L 时最为适宜。

2.1.3 不同的发酵温度对复合果酒酒精度和感官评定的影响

不同发酵温度对复合果酒酒精度和感官评定的影响见图 3。

由图 3 可知,不同发酵温度对猕猴桃枸杞复合果酒的酒精度有明显影响,当初使发酵温度为 21℃ 时,感官评分呈现最大值,发酵温度为 24℃ 时,酒精度最大,而当初始发酵温度小于 21℃ 时,复合果酒的酒精

度呈现整体上升的趋势,感官分值也明显增大。反之,复合果酒的感官评分随着温度升高呈现下降趋势。分析其原因,温度会影响酵母菌的生长,温度越高,细胞发酵速度加快,酵母菌的呼吸作用加强,越早出现疲劳而停止发酵,不利于酒精的产生^[22];而较低的温度会使发酵速度减缓,使得发酵长时间持续,发酵彻底。因此确定最佳的发酵温度为 21℃。

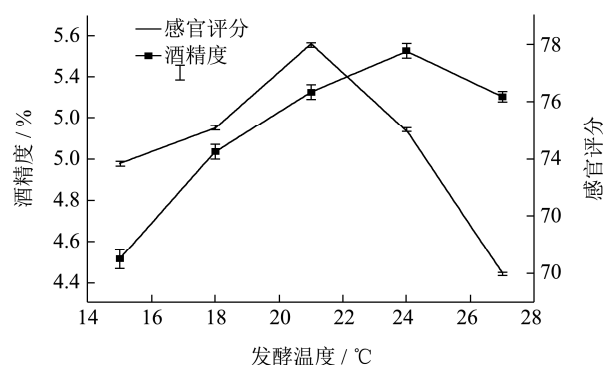


图 3 不同发酵温度对复合果酒酒精度和感官评定的影响

Fig.3 Effects of different fermentation temperatures on alcohol and sensory evaluation of compound fruit wine

2.1.4 不同的蔗糖添加量对复合果酒酒精度和感官评定的影响

不同的蔗糖添加量对复合果酒酒精度和感官评定的影响见图 4。

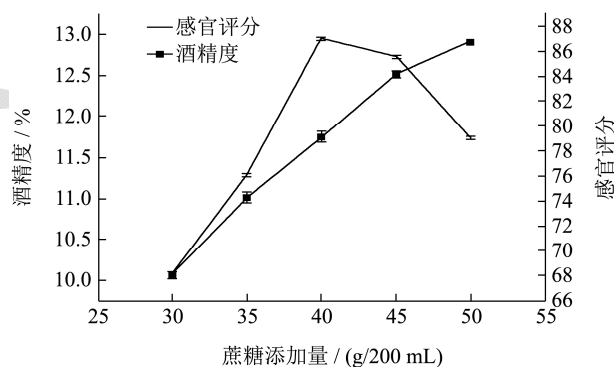


图 4 不同的蔗糖添加量对复合果酒酒精度和感官评定的影响

Fig.4 Effects of sucrose content on alcohol and sensory evaluation of compound fruit wine

由图 4 可知,随着蔗糖量的增加,果酒的酒精度是呈现上升的趋势,在添加量为 20 g/100 mL 时,感官评分有最大值。分析其原因,当蔗糖添加量较 h,果酒风味不明显;而当蔗糖添加量过大时,果酒风味过重且偏甜,口感也并不太好。在蔗糖添加量为 22.50 g/100 mL 后继续增加糖含量则酒精度上升的比较缓慢,这是因为高浓度糖分对酵母有一定的抑制作用,造成其对糖的利用率下降,同时也加了成本。由此可得,选用的蔗糖添加量为 20 g/100 mL 左右时,最为适宜。

2.1.5 不同的发酵时间对复合果酒酒精度和感官评定的影响

不同的发酵时间对复合果酒酒精度和感官评定的影响见图 5。

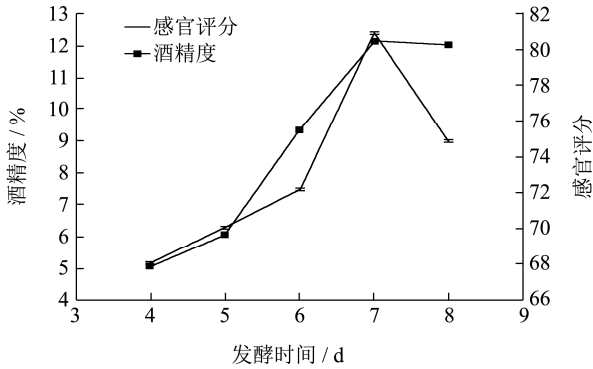


图 5 不同的发酵时间对复合果酒酒精度和感官评定的影响

Fig.5 Effects of different fermentation time on alcohol and sensory evaluation of compound fruit wine

由图 5 可知，不同发酵时间对复合果酒酒精度和感官评分影响较大。发酵时间太短，发酵不彻底，糖没有被酵母充分利用，使酒味偏淡；发酵时间过长虽发酵彻底，酒精度高，但口感偏酸、并且会带有苦味，果浆里其他成分会更多的溶解到酒里，还有酵母的自然溶解，使果酒口感变差。因此，综合分析结果，当发酵时间为 7 d 时复合果酒的质量最佳。

2.2 响应面实验结果与分析

2.2.1 响应面优化工艺参数

表 2 响应面设计试验因素水平表

Table 2 Factors levels used in response surface analysis

因素		水平		
		-1	0	1
A	混合比例/mL	5.7:1	9:1	19:1
B	酵母接种量/(g/L)	0.80	1.20	1.60
C	发酵温度/℃	18	21	24

根据单因素试验结果的最佳参数，运用 Design-Expert 软件进行工艺优化试验，分别选出猕猴桃枸杞

果汁的混合比例、酵母接种量、发酵温度（分别以 A、B、C 表示）为实验因素，以发酵后的酒精度 R 为响应值，添加蔗糖量为 20 g/100 mL，酒精度的测量选择在发酵第 7 d，确定得出猕猴桃和枸杞复合果酒发酵的最佳工艺条件。实验设计因素水平见表 2。

2.2.2 响应面实验结果

响应面试验方案与结果见表 3。

表 3 响应面试验方案与结果

Table 3 The response surface scheme and results

试验序号	A	B	C	酒精度 R/%
1	1	-1	0	10.30
2	-1	-1	0	10.40
3	1	0	1	10.20
4	0	0	0	12
5	0	1	-1	9.10
6	0	0	0	12.10
7	0	-1	-1	9.50
8	-1	1	0	10.50
9	0	0	0	12.10
10	0	0	0	11.90
11	-1	0	-1	9.20
12	0	1	1	10.20
13	0	-1	1	9.70
14	1	0	-1	9.40
15	1	1	0	10.50
16	0	0	0	12
17	-1	0	0	10.80

2.2.3 多元二次响应面回归模型的建立及显著性分析

应用 Design-Expert 软件对表 3 的结果进行多回归拟合分析，得出多元二次回归方程： $R=12.00-0.100\times A+0.050\times B+0.37\times C-0.075\times A\times B-0.025\times A\times C+0.23\times B-0.56\times A^2-0.91\times B^2-1.46\times C^2$ ($R^2=0.9946$)。

对该多元二项式回归方程进行方差分析，分析结果见表 4。

表 4 响应面二次模型方差分析

Table 4 The response surface quadratic model analysis of variance

方差来源	平方和	自由度	方差	F 值	P	显著性
模型	16.63	9	1.85	143.76	<0.0001	***
A	0.080	1	0.080	6.22	0.0413	*
B	0.020	1	0.020	1.56	0.2524	
C	1.13	1	1.13	87.50	<0.0001	***
AB	0.023	1	0.023	1.75	0.2275	
AC	2.500E-003	1	2.500E-003	0.19	0.6725	

转下页

接上页							
BC	0.20	1	0.20	15.75	0.0054	*	
A ²	1.33	1	1.33	103.62	<0.0001	***	
B ²	3.51	1	3.51	272.68	<0.0001	***	
C ²	9.01	1	9.01	700.46	<0.0001	***	
残差	0.090	7	0.013	-	-		
失拟检验	0.070	3	0.023	4.67	0.0854		
纯误差	0.020	4	5.000E-003	-	-		
总误差	16.72	16	-	-	-		
模型确定系数 R ²			0.9946				
模型调整确定系数 R ²			0.9877				

注：P 表示概率，* significant at 0.05 level; ** significant at 0.01 level; *** significant at 0.001 level.

从表 4 的结果可以看出， $R^2=0.9946$ ，说明该模型可以解释 99.46%响应值的变化，说明该模型程度拟合良好，可以用来预测和分析酒精度。整体模型的“Prob (Probability, 概率) >F”值小于 0.001，表明该二次方程模型高度显著，失拟项的“Prob>F”值大于 0.05，说明无失拟因素存在，对模型是有利的。从回归分析的系数和方差分析的结果可以看出，猕猴桃枸杞果汁的混合比例和发酵温度属于影响显著的因素，在响应面的试验范围内，各个因素的主效关系为：发酵温度>配比>接种量。

2.2.4 响应面分析试验因素的相互影响

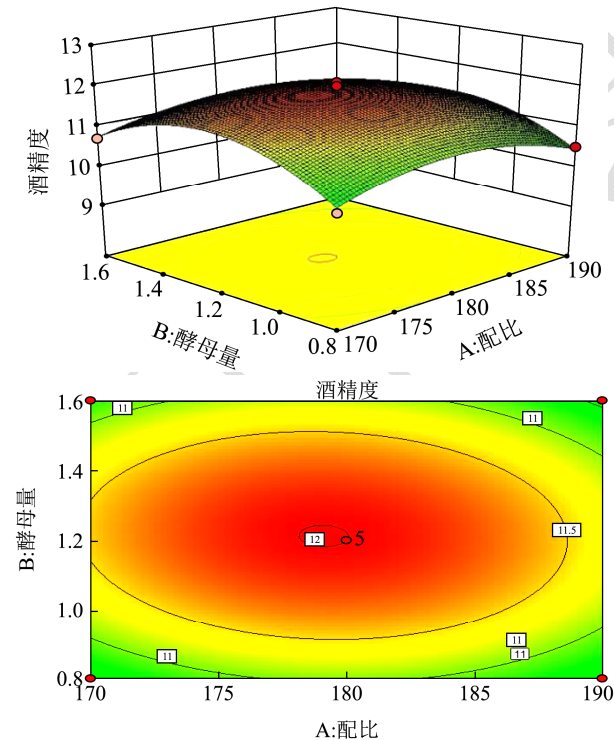


图 6 两种果汁混合比例和酵母量对酒精度的响应面图和等高线图

Fig.6 Response surface diagram and contour diagram of the ratio two kinds of juice and the amount of yeast to alcohol

通过响应曲面图和等高线图可以清晰地看出各因素之间的相互作用对酒精度的影响：响应曲线图曲线越陡则表示影响越显著，反之则亦然；等高线的形状为圆形表示交互作用不显著，形状为椭圆形则表示交互作用显著。

从图 6 可以看出，在发酵温度为 21℃时，两种果汁的混合比例和酵母接种量两因素交互作用显示，混合比例在 7:1~12.30:1 范围内，酵母接种量在 1.00~1.40 g/L 的范围内酒精度可达试验最佳。

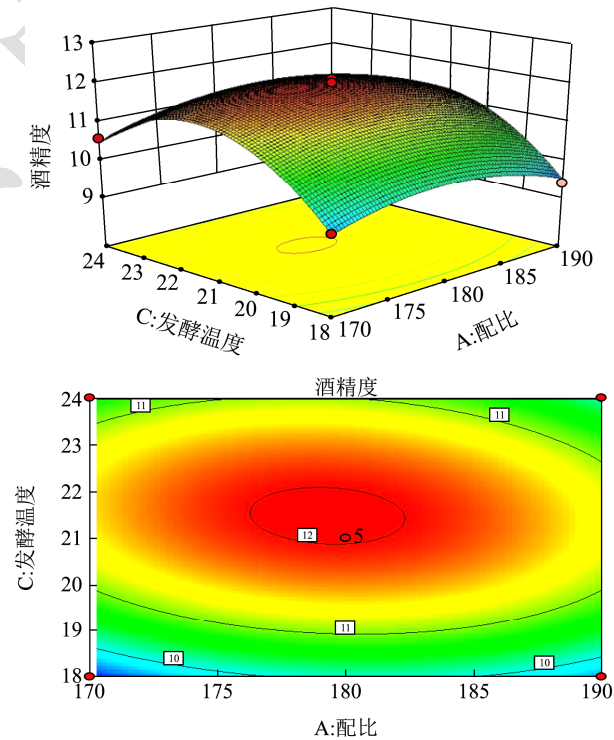


图 7 发酵温度和两种果汁混合比例对酒精度的响应面图和等高线图

Fig.7 Response surface diagram and contour diagram of fermentation temperature and mixture ratio of two kinds of juice to alcohol

从图 7 可以看出，在酵母接种量为 1.20 g/L 时，

两种果汁混合比例和发酵温度两因素交互作用显示,在混合比例为 7:1~12.30:1 范围内,发酵温度为 20~23 °C 的范围内酒精度可达试验最佳值。

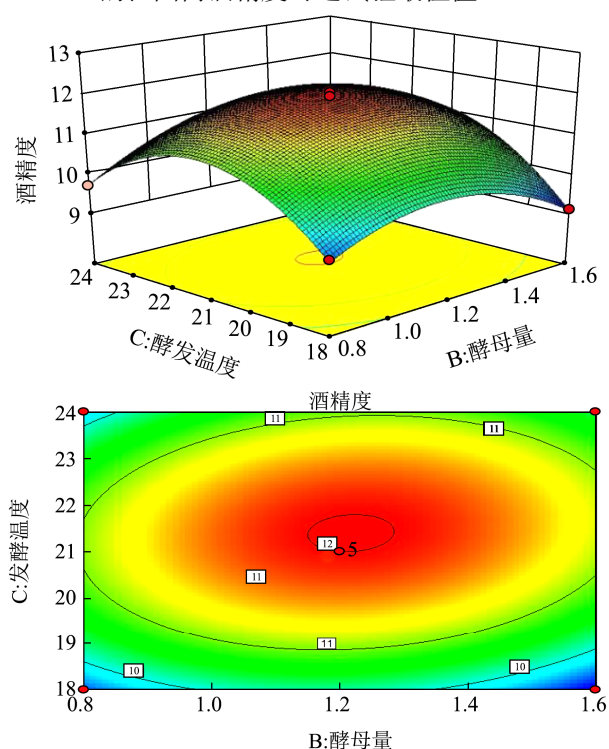


图 8 发酵温度和酵母量对酒精度的响应面图和等高线图

Fig.8 Response surface diagram and contour diagram of fermentation temperature and yeast content to alcohol content

从图 8 可以看出,在果汁混合比例为 9:1 时,酵母添加量在 1.00~1.40 g/L,发酵温度在 20~22.50 °C 范围内的酒精得率可达试验最佳值。

2.3 验证实验

通过 Design-Expert 软件对实验模型进行分析后,得到超猕猴桃枸杞复合果酒最佳工艺条件为:猕猴桃枸杞的配比为 8.50:1,接种量为 1.22 g/L,发酵温度为 21.40 °C,得到酒精度的预测值为 12.03%。为了验证该方法的可靠性以及可行性,用最佳的条件进行试验,从而获得颜色为橙红色、有猕猴桃和枸杞的果香,酒精度为 12.10%的复合果酒,与预测值较吻合,因此采用该模型优化的工艺条件可靠。

2.4 复合果酒的出酒率

在瓶重为 114.20 g 的 250 mL 锥形瓶中加入 200 mL 的果浆,瓶子和果浆共重为 308.30 g,加入 1.20 g/L 的酵母量,SO₂ 添加量为 50 mg/L,发酵时间为 7 d。将发酵好的果酒进行抽滤去掉果渣,称其果酒和瓶重为 287.20 g。计算可得出酒率约为 93%。

2.5 稳定性研究

2.5.1 氧化稳定性试验

取 100 mL 澄清的猕猴桃枸杞复合果酒在空气中放置 24 h,观察果酒的变化情况,发现酒液变浑浊,失去光泽,产生酸味,表面出现一种灰色薄膜。分析其原因是果酒与空气接触时,被微生物污染引起:由于醋酸菌是好氧菌,当暴露在空气中时,果酒中的醋酸菌迅速繁殖,在果酒表面形成一种灰色薄膜,俗称醋母,通过醋酸菌繁殖代谢,可以把糖转化为乙酸。在没有糖的情况下,把乙醇分子氧化成乙酸和乙醛,乙酸和乙醇通过酯化反应形成乙酸乙酯,使果酒变酸,降低了果酒的感官品质。

因此在果酒储存时要注意密封性,可通过充入氮气等其他惰性气体除去瓶中的氧气,以达到隔绝氧气的目的,也可以通过在 63 °C 以下杀菌 15~20 min 的方法避免果酒氧化。并且储存时最好使用玻璃容器,金属、塑料材质的均不适合。在储藏过程中也应当注意不能与有异味的物品混杂。

2.5.2 酒石稳定性试验

酒石沉淀是瓶装果酒最容易出现的质量问题。果酒的酒精度,含酸种类与 pH 值,阴、阳离子种类,色素以及各种配合物对酒石的沉淀稳定性均具有重要影响。取 100 mL 澄清的发酵酒液在 -4 °C 保持 15 d,观察有无结晶析出。结果表示无结晶析出,因此猕猴桃枸杞复合果酒无酒石沉淀。

2.6 猕猴桃枸杞复合果酒的质量标准

2.6.1 感官指标

色泽和外观:橙红色,澄清透明,无肉眼可见杂质;香味:具有新鲜悦人的果香和酒香;口味:酒体丰满,果香突出。

2.6.2 理化指标

酒精度(V/V): 10%~14%; 还原糖(g/L) ≤4.00; 总酸(以柠檬酸计, g/L): 5~9; 挥发酸(以乙酸计, g/L) ≤1.10; 游离 SO₂ (mg/L) ≤50; 总 SO₂ (mg/L) ≤250。

3 结论

3.1 本研究以猕猴桃枸杞为原料,在单因素实验的基础上,通过响应面法对猕猴桃枸杞复合果酒的工艺进行优化,得到了最佳发酵工艺条件:猕猴桃枸杞果汁混合比例为 8.50:1,酵母接种量 1.22 g/L,发酵温度 21.40 °C,加糖量 20 g/100 mL,发酵时间为 7 d, SO₂ 的添加量 50 mg/L。在上述工艺条件下制作出酒精度为 12.10%,颜色呈橙红色、果香浓郁、口感清爽的复合果酒,对该种复合果酒测定其理化指标结果为: pH

值为 3.67, 还原糖为 3.2 g/L, 挥发酸为 0.13 g/L, 可溶性固形物含量为 10%, 其指标符合发酵果酒的各项质量标准。该复合果酒较之猕猴桃单一果酒在色泽上具有较大提升, 增强了消费者的感官体验, 对于其风味物质及营养成分的研究将在后续工作中进一步展开。

3.2 对复合果酒进行稳定性试验, 结果表明该种复合果酒易被氧化酸败, 因此在储藏过程中要特别注意其密封性。影响猕猴桃枸杞复合果酒品质的因素是多方面的。因此, 在果酒的制造过程中, 要充分考虑到原料品质的选择, 并且要根据实际实验生产的需要, 制定合理的可行度高的工艺方法, 控制好工艺条件, 注意果酒成品的储藏。

参考文献

- [1] 孙洪浩, 朱正军, 邓元海, 等. 野生猕猴桃干酒酿造工艺研究[J]. 中国酿造, 2014, 32(3): 62-66
SUN Hong-hao, ZHU Zheng-jun, DENG Yuan-hai, et al. Research on the brewing technology of wild kiwi dry wine [J]. China Brewing, 2014, 32(3): 62-66
- [2] Dawes H M, Keene J B. Phenolic composition of kiwifruit juice [J]. Agricultural and Food Chemistry, 1994, 47: 2398-2403
- [3] Zanzwar A A, Badole S L, Shende P S, et al. Chapter 21-Antioxidant Role of Catechin in Health and Disease [M]. San diego: academic Press, 2014: 267-271
- [4] 黄城, 周长春, 李伟. 猕猴桃的营养保健功能与开发利用[J]. 食品科技, 2007, 32(4): 51-55
HUANG Cheng, ZHOU Chang-chun, LI Wei. Nutrition and health function of kiwi fruit and its development and utilization [J]. Food Science and Technology, 2007, 32(4): 51-55
- [5] Park Y S, Namiesnik J, Vearasilp K, et al. Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars [J]. Food Chemistry, 2014, 165: 354-361
- [6] Ciacci C, Russo I, Bucci C, et al. The kiwi fruit peptide kissper displays anti-inflammatory and anti-oxidant effects in *in-vitro* and *ex-vivo* human intestinal models [J]. Clinical and Experimental Immunology, 2014, 175(3): 476-484
- [7] Soquettam B, Stefanello F S, Huerta K M, et al. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*) [J]. Food Chemistry, 2016, 199: 471-478
- [8] 陈云宗, 周瑞平, 唐代云. 猕猴桃原酒发酵工艺参数初步研究[J]. 酿酒科技, 2009, 10: 78-79
CHEN Yun-zong, ZHOU Rui-ping, TANG Dai-yun. Preliminary study on the fermentation parameters of kiwi raw wine [J]. Brewing Technology, 2009, 10: 78-79
- [9] Matt, Sun X Y, Zhao J M, et al. Nutrient compositions and antioxidant capacity of kiwifruit (act-in-idia) and their relationship with flesh color and commercial value [J]. Food Chemistry, 2017, 218: 294-304
- [10] 张海宁. 野生猕猴桃酒生产工艺研究[D]. 郑州: 河南科技大学, 2011
ZHANG Hai-ning. Study on the production technology of wild kiwi wine [D]. Zhengzhou: Henan University of Science and Technology, 2011
- [11] 蔡敏, 郑慧. 枸杞酒加工工艺及感官评定[J]. 农产品加工(学刊), 2011, 7: 92
CAI Min, ZHENG Hui. Processing technology and sensory evaluation of medlar wine [J]. Agricultural Product Processing, 2011, 7: 92
- [12] 赵维芯, 蔡树东. 枸杞果酒的营养价值及保健功能的研究进展[J]. 饮料工业, 2016, 3: 32-40
ZHAO Wei-xin, CAI Shu-dong. Advances in research on nutritional value and health care function of medlar wine [J]. Beverage Industry, 2016, 3: 32-40
- [13] Luo Q, Li J, Cui X, et al. The effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on the male rats reproductive system and spermatogenic cell apoptosis exposed to low-dose ionizing irradiation [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2014, 154(1): 249-258
- [14] Gong G, Fan J, Sun Y, et al. Isolation, structural characterization and antioxidant activity of polysaccharide LBLP5: A from *Lycium barbarum* leaves [J]. Process Biochem, 2016, 51 (2): 314-324
- [15] 潘训海, 李再新, 谢万如等. 果酒型保健酒的发展现状及发展前景[J]. 酿酒科技, 2009, 12: 81-83
PAN Xun-hai, LI Zai-xin, XIE Wan-ru, et al. Development status and prospect of fruit wine health wine [J]. Brewing Technology, 2009, 12: 81-83
- [16] 张春阳, 陈洁珍, 吴洁芳等. 果酒成分研究进展[J]. 中国酿造, 2014, 10: 6-9
ZHANG Chun-yang, CHEN Jie-zhen, WU Jie-fang, et al. Research progress of fruit wine ingredients [J]. Chinese Brewing, 2014, 10: 6-9

(下转第 316 页)