

骏枣预处理方式对红枣酒品质的影响

李娜¹, 陈瑶瑶¹, 单春会², 蔡文超², 李腾¹, 张振东¹, 郭壮^{1*}

(1. 湖北文理学院 食品科学技术学院 鄂西北传统发酵食品研究所, 湖北 襄阳 441053;

2. 石河子大学食品学院, 新疆 石河子 832000)

摘要:将骏枣分别预处理为枣浆、枣泥、枣块和枣汁,从理化指标、色度、风味和滋味等维度,探讨枣的预处理方式对红枣酒品质的影响。研究发现,枣汁发酵的红枣酒酒精度显著偏高($P<0.05$),而枣浆发酵的红枣酒 a^* 值、 b^* 值和芳香类物质含量显著偏高($P<0.05$),传感器 W1C、W3C 和 W5C(均对芳香类物质灵敏)对枣浆发酵红枣酒的响应值要显著高于其它处理方式($P<0.05$),而后味 A(涩的回味)和后味 B(苦的回味)呈现出相反的趋势。经主成分分析、聚类分析和多元方差分析发现,不同预处理方式骏枣发酵的红枣酒品质差异均为极显著($P<0.001$)。由此可见,由枣浆发酵的红枣酒品质最优。

关键词:骏枣;红枣酒;处理方式;电子鼻;电子舌

Effect of Pretreatment Methods on the Quality of *Jun jujube* Wine

LI Na¹, CHEN Yao-yao¹, SHAN Chun-hui², CAI Wen-chao², LI Teng¹, ZHANG Zhen-dong¹, GUO Zhuang^{1*}

(1. Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Food Science and

Technology, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, Hubei, China;

2. The Food College of Shihezi University, Shihezi 832000, Xinjiang, China)

Abstract: *Jun jujube* was pretreated as jujube pulp, jujube paste, jujube pieces and jujube juice. The effects of pretreatment methods on the quality of *Jun jujube* wine were discussed in terms of physical and chemical indexes, chromaticity, flavor and taste. The results showed that juice fermented jujube wine had high alcohol content ($P<0.05$), while the a^* value, b^* value and aromatic substance content of pulp fermented jujube wine were significantly higher($P<0.05$). The sensor W1C, W3C and W5C (all were sensitive to aromatic substances) had higher response value to pulp fermented jujube wine ($P<0.05$), aftertaste A (astringent aftertaste) and aftertaste B (the bitter aftertaste) showed the opposite trend. Through principal component analysis, cluster analysis and multivariate analysis of variance, it was found that the quality of jujube wine fermented by different pretreatment methods was very significant ($P<0.001$). It could be seen that jujube wine fermented by jujube pulp had the best quality.

Key words: *Jun jujube*; jujube wine; pretreatment methods; electronic nose; electronic tongue

引文格式:

李娜,陈瑶瑶,单春会,等.骏枣预处理方式对红枣酒品质的影响[J].食品研究与开发,2020,41(18):79-84

LI Na, CHEN Yaoyao, SHAN Chunhui, et al. Effect of Pretreatment Methods on the Quality of *Jun jujube* Wine [J]. Food Research and Development, 2020, 41(18): 79-84

基金项目:新疆重点产业支撑计划项目(2018DB002);新疆生产建设兵团重点领域创新团队建设计划项目(2017CB012);湖北省荆楚卓越工程师协同育人计划(201657)

作者简介:李娜(1999—),女(汉),本科在读,食品生物技术专业。

*通信作者

作为中国传统药食两用的鼠李科枣属植物,骏枣颜色红艳、含糖量高,且具有独特的风味^[1-2]。红枣中含有糖类、有机酸、蛋白质、氨基酸、维生素 A、铁和钙等营养成分^[3-5],经常食用能够提高人体免疫力、防止中老年人的骨质疏松、改善心肌营养且对产后贫血有一定作用,因而具有较高的药用价值^[6-8]。我国红枣的产

量虽然高,但其利用率低,产品的加工形式比较单一,因此,提升红枣产品的附加值对红枣产业的发展具有重要的影响。

红枣酒是利用红枣中的糖,通过添加酵母菌进行酒精发酵而制成的发酵型果酒,具有怡人的香气和清爽的口感^[9],其既能保留红枣中的大量营养成分,还能够保留发酵过程中微生物代谢产生的有益物质^[10-11]。目前,我国对于红枣酒产品的研究主要集中在条件参数的优化^[12],而对于预处理方式对红枣酒品质影响的研究还鲜见报道。

本研究按照枣浆、枣汁、枣泥和枣块4种形态对骏枣进行了预处理,采用色度仪、电子舌和电子鼻技术对不同预处理方式酿造红枣酒的色泽、风味和滋味品质指标进行了分析,同时结合多元统计学方法对其整体品质进行了评价,以期确定骏枣预处理时的最佳形态,为后续红枣酒生产提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

骏枣(*Jun jujube*):新疆维吾尔自治区石河子市;白砂糖:柳州市柳冰食品厂;RW型葡萄酒果酒专用酵母:安琪酵母股份有限公司;果胶酶(50000 U/g):和氏璧生物科技有限公司;阳离子溶液、阴离子溶液、内溶液和参比溶液:日本INSENT公司;偏重亚硫酸钾:意大利ESSECO集团;柠檬酸、葡萄糖:国药集团化学试剂有限公司。以上化学试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

LRH-150生化培养箱:上海一恒科学仪器有限公司;PEN3电子鼻:德国Airsense公司;SA-402B电子舌:日本Insent公司;9231破壁榨汁机:奥克斯集团有限公司;PHS-25型实验室pH计:上海今迈仪器仪表公司;SHZ-D循环水式真空泵:巩义市予华仪器有限公司;RE52CS旋转蒸发器、B-220恒温水浴锅:上海亚荣生化仪器厂;FCH6-20智能高低循环水器:山东海能科学仪器有限公司;WZS 32手持式折射计:上海仪电物理光学仪器有限公司;3-18k离心机:德国Sigma实验室离心机股份有限公司;Ultra Scan PRO色度仪:美国HunterLab公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程及操作要点

骏枣预处理→成分调整→接种酵母菌→发酵→过滤→离心→红枣酒

1.3.1.1 样品预处理

选取成熟、饱满和无虫的骏枣清洗去核后在750 W

的微波炉内加热1 min后,分别进行以下处理:

1)枣浆(ZJ):将去核后的骏枣装入破壁榨汁机中,并加入骏枣果肉总质量4倍的水,搅拌30 s得到枣浆,随后加入骏枣果肉总质量0.05%的果胶酶,45℃浸提2 h。

2)枣泥(ZN):将去核后的骏枣在其质量4倍的水中常温浸泡2 h,随后将枣肉揉搓成泥,并加入骏枣总质量0.05%的果胶酶,45℃浸提2 h。

3)枣块(ZK):将去核后的骏枣破碎切成5 mm左右大小颗粒,随后加入果肉总质量4倍的水以及0.05%的果胶酶,45℃浸提2 h。

4)枣汁(ZZ):将按照方式1)处理好的枣浆用8层纱布过滤后得枣汁。

1.3.1.2 成分调整

用白砂糖将预处理好的浸提液调至24℃Bx,同时用柠檬酸调pH值至3.80,并加入0.006%(质量比)的偏重亚硫酸钾,起到抑菌作用。

1.3.1.3 接种酵母

称取浸提液总质量0.03%的酵母,加入5 mL 5%的葡萄糖溶液,37℃活化半小时后接入骏枣浸提液中。

1.3.1.4 发酵

将接种酵母菌的骏枣浸提液置于20℃培养箱中发酵,若发酵液糖度72 h保持不变,则视为发酵结束。

1.3.1.5 过滤离心

将发酵好的红枣酒用8层纱布过滤后4℃8 000 r/min离心10 min,取上清备用。

1.3.2 红枣酒酒精度的测定

使用中华人民共和国国家标准GB/T 15038-2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》中约束的密度瓶法对红枣酒的酒精度进行测定。

1.3.3 红枣酒色度的测定

设置测试模式为透射,使用50 mm×10 mm的比色皿进行各指标的测定,读数时取CIE1976色度空间 L^* 值(明度): $L^*=0$ →黑色, $L^*=100$ →白色; a^* 值(红绿度): $+a^*$ →红色, $-a^*$ →绿色; b^* (黄蓝度)值: $+b^*$ →黄色, $-b^*$ →蓝色。

1.3.4 红枣酒风味品质的评价

取15 mL红枣酒于顶空瓶中,参照杨成聪的方法使用PEN3电子鼻对其风味品质进行评价^[13],其中测试时间为60 s,取49、50、51 s的数据纳入分析。

1.3.5 红枣酒滋味品质的评价

取30 mL的红枣酒与90 mL的去离子水混合摇匀后,参照王玉荣的方法使用SA402B电子舌对其酸味、苦味、涩味、咸味和鲜味及后味A(涩的回味)、后味B

(苦的回味)和丰度(鲜的回味)进行测定^[14]。

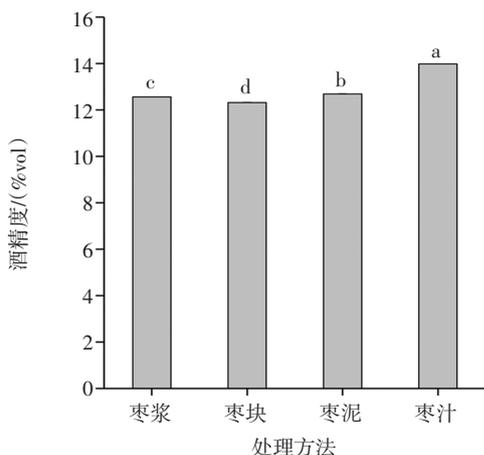
1.3.6 数据分析

本研究使用方差分析 (analysis of variance, ANOVA) 对不同处理组红枣酒的酒精度、色度、风味和滋味指标的差异性进行分析; 使用主成分分析 (principal component analysis, PCA)、基于马氏距离的聚类分析 (cluster analysis, CA) 和多元方差分析 (multivariate analysis of variance, MANOVA) 对不同分组红枣酒的产品品质进行评价。使用 SAS9.0 软件进行数据分析, 使用 Origin2017 软件绘图。每个处理做 3 个平行试验。

2 结果与分析

2.1 骏枣预处理方式对红枣酒酒精度和色度的影响

骏枣预处理方式对红枣酒酒精度的影响如图 1 所示。



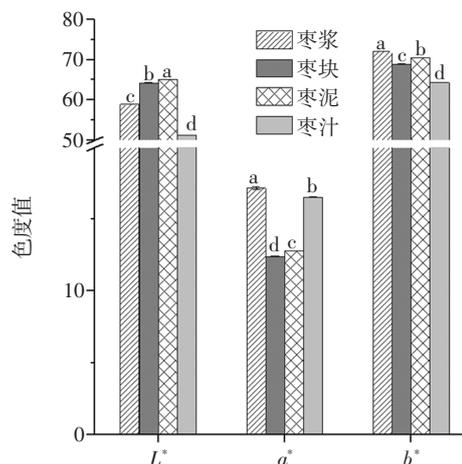
不同分组间小写字母不相同表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图 1 预处理方式对红枣酒酒精度的影响

Fig.1 Alcohol precision histogram of red jujube wine with different treatments

由图 1 可知, 由枣浆、枣块、枣泥和枣汁发酵制备红枣酒的酒精度分别为 12.5%、12.3%、12.7% 和 14.0%, 经方差分析发现, 枣汁发酵的红枣酒酒精度显著偏高 ($P < 0.05$), 而枣块发酵的红枣酒酒精度显著偏低 ($P < 0.05$), 究其原因可能在于使用枣汁发酵果酒时酵母菌

可以充分利用枣汁中的糖, 而带果肉发酵时果胶酶浸提出了果肉中酵母菌难以利用的多糖, 进而降低了酵母菌的发酵效率, 使其酒精度含量相对较低。本研究进一步使用色度仪对不同分组红枣酒的色度指标进行了测定, 结果如图 2 所示。



不同分组间小写字母不相同表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图 2 预处理方式对红枣酒色度的影响

Fig.2 Color histogram of red jujube wine with different treatments

由图 2 可知, 不同骏枣预处理方式发酵的红枣酒 L^* (明度)、 a^* (红绿度) 和 b^* (黄蓝度) 值均存在显著差异, 其中由枣浆发酵的红枣酒 a^* 和 b^* 显著偏高 ($P < 0.05$), 这说明枣浆酿造的红枣酒颜色偏红偏黄, 究其原因可能是由于骏枣的破碎程度最高, 导致骏枣自身的色素被充分浸提到了果酒中, 进而提高了红枣酒的色泽品质。作为一种天然色素, 花色苷具有抗氧化、预防疾病和保护视力的功能^[15], 红枣酒的色度值较高也间接说明花色苷的含量亦较高, 因而较之其他方式, 枣浆发酵的红枣酒可能还具有相对更高的保健功能。

2.2 骏枣预处理方式对红枣酒风味的影响

在对酒精度和色度进行评价的基础上, 本研究使用电子鼻探讨了预处理方式对红枣酒品质的影响, 各金属传感器对不同分组红枣酒响应值的差异性分析结果如表 1 所示。

表 1 预处理方式对红枣酒各风味品质的影响

Table 1 Difference analysis of response value of different sensors to different processing methods of jujube wine

传感器	性能描述 ^[16]	枣浆	枣块	枣泥	枣汁
W1C	对芳香类物质灵敏	0.02±0.00 ^a	0.01±0.00 ^c	0.02±0.00 ^b	0.01±0.00 ^d
W5S	对氢氧化物灵敏	110.43±0.34 ^d	163.05±0.34 ^b	124.85±0.18 ^c	208.00±0.21 ^a
W3C	对芳香类物质灵敏	0.06±0.00 ^a	0.04±0.00 ^c	0.05±0.00 ^b	0.04±0.00 ^d
W6S	对氢气有选择性	2.97±0.00 ^d	3.46±0.01 ^a	3.31±0.01 ^b	3.01±0.01 ^c
W5C	对芳香类物质灵敏	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00 ^c	0.03±0.00 ^b	0.03±0.00 ^d
W1S	对甲烷灵敏	226.29±1.19 ^d	281.50±0.35 ^a	275.68±0.54 ^b	252.33±0.61 ^c
W1W	对有机硫化物、萜类物质灵敏	89.73±0.27 ^d	111.21±0.58 ^b	100.16±0.21 ^c	114.90±0.32 ^a
W2S	对乙醇灵敏	89.18±0.46 ^d	140.98±0.69 ^b	116.77±0.05 ^c	144.05±0.35 ^a

续表 1 预处理方式对红枣酒各风味品质的影响

Continue table 1 Difference analysis of response value of different sensors to different processing methods of jujube wine

传感器	性能描述 ^[6]	枣浆	枣块	枣泥	枣汁
W2W	对有机硫化物灵敏	16.15±0.03 ^d	17.89±0.03 ^b	17.03±0.01 ^e	18.22±0.02 ^a
W3S	对烷烃类物质灵敏	4.21±0.02 ^d	5.64±0.00 ^b	5.36±0.02 ^e	6.30±0.01 ^a

注:同行小写字母不同表示差异显著($P<0.05$);表中数据为平均值±标准偏差。

由表 1 可知,10 种金属传感器对枣浆、枣块、枣泥和枣汁发酵红枣酒的响应值均有显著性差异 ($P<0.05$),说明骏枣预处理方式对红枣酒风味品质影响明显。其中,传感器 W1C、W3C 和 W5C(均对芳香类物质灵敏)对枣浆发酵红枣酒的响应值要显著高于其它处理方式($P<0.05$),而传感器 W2W(对有机硫化物灵敏)的响应值呈现出相反的趋势。由此可见,将骏枣打浆处理后发酵制备红枣酒能显著提升酒中芳香类物质的含量,同时有效降低挥发性风味物质中硫化物的含量,进而有助于红枣酒风味品质的提升。

2.3 骏枣预处理方式对红枣酒滋味的影响

滋味是评价红枣酒品质的重要指标,本研究使用电子舌对不同分组红枣酒的滋味品质进行了评价,结果如图 3 所示。

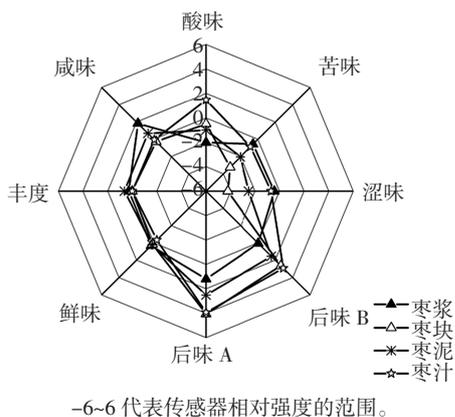


图 3 预处理方式对红枣酒各滋味品质的影响

Fig.3 Radar chart of taste quality of red jujube wine with different treatments

由图 3 可知,骏枣预处理方式对红枣酒的咸味、酸味、苦味、涩味、后味 A(涩的回味)和后味 B(苦的回味)影响均较大,而对鲜味和丰度(鲜的回味)影响较小。值得一提的是,由枣浆发酵制备的红枣酒苦味和涩味相对较高,而后味 A(涩的回味)和后味 B(苦的回味)呈现出相反的趋势。引起果酒苦涩味的物质主要是单宁、酚酸和黄酮等酚类化合物^[7],一定的苦涩味可使果酒滋味品质立体饱满,但如果苦涩味表现过于突出且持续时间较长则会对果酒品质产生影响,因而品质优良的果酒入口可带有稍微的苦涩味,但其苦味和涩味的后味不能过于强烈。由此可见,将骏枣打浆处

理后发酵制备的红枣酒滋味品质较佳。

2.4 基于多元统计学分析的骏枣预处理方式对红枣酒品质影响的评价

基于上述分析结果,本研究进一步采用 PCA 评价了骏枣预处理方式对红枣酒整体品质的影响,结果发现 PCA 信息主要集中在前 3 个主成分,累计贡献率为 86.76%。第一主成分(principal component 1, PC1)的方差贡献率为 50.12%,由 W3C、W5C、W1C、W2S、W3S、W5S、W2W、W1W、 b^* (黄蓝度)、咸味和酸味 11 个指标构成;PC2 的方差贡献率为 23.56%,由 W1S、W6S、 L^* 、 a^* 和酒精度 5 个指标构成;PC3 的方差贡献率为 13.08%,由苦味、涩味、鲜味、丰度(鲜的回味)、后味 A(涩的回味)和后味 B(苦的回味)6 个指标构成。基于 PC1 和 PC3 骏枣预处理方式对红枣酒品质影响的因子载荷图如图 4 所示。

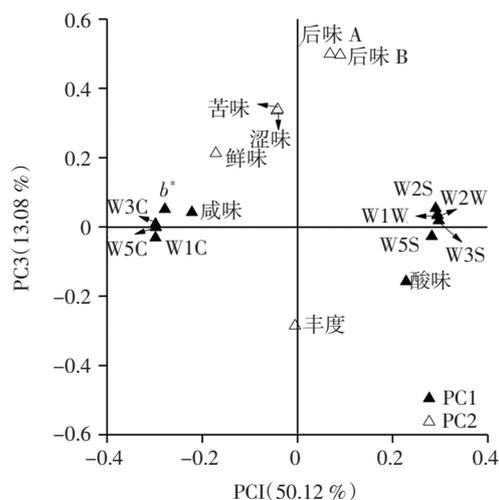
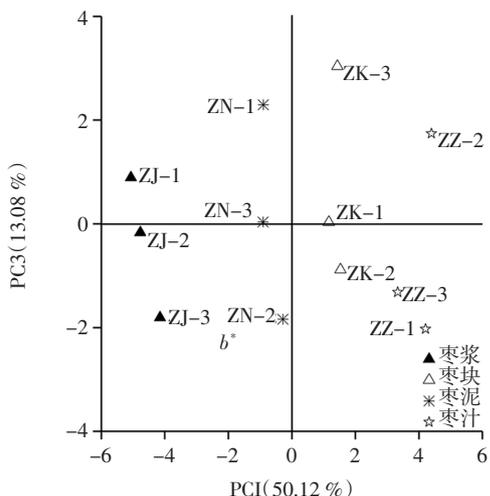


图 4 基于 PC1 和 PC3 骏枣预处理方式对红枣酒品质影响的因子载荷图

Fig.4 Factor loading diagram of jujube wine fermented by different treatments

由图 4 可知,PC1 中的 W3C、W5C、W1C、 b^* (黄蓝度)和咸味分布于 X 轴的负轴,W2S、W3S、W5S、W2W、W1W 和酸味分布于 X 轴的正轴;PC3 中的苦味、涩味、鲜味、后味 A(涩的回味)和后味 B(苦的回味)分布于 Y 轴的正轴,丰度(鲜的回味)分布于 Y 轴的负轴。基于 PC1 和 PC3 骏枣预处理方式对红枣酒品质影响的因子得分图如图 5 所示。



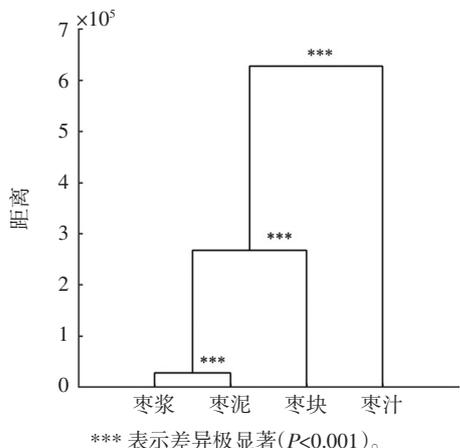
ZJ-1、ZJ-2 和 ZJ-3 分别指枣浆处理组的平行 1、平行 2 和平行 3, 其余处理组编号意义相同。

图 5 基于 PC1 和 PC3 预处理方式对红枣酒品质影响的因子得分图

Fig.5 Factor score diagram of fermented jujube wine in different treatments

由图 5 可知, 枣浆和枣泥发酵的红枣酒位于因子得分图的左侧, 而枣块和枣汁发酵的红枣酒位于右侧, 不同预处理方式骏枣发酵的红枣酒呈现出明显的聚类趋势, 且枣浆发酵的红枣酒位于因子得分图的最左侧。结合图 4 因子载荷图可以定性认为, 相较于其他方式, 枣浆发酵红枣酒的色泽品质更好, 芳香类物质含量更高, 且硫化物含量、后味 A(涩的回味) 和后味 B(苦的回味) 等缺陷型指标的响应值更低。由此可见, 枣浆发酵的红枣酒整体品质要明显优于其他 3 种处理方式发酵的红枣酒。

为了进一步验证 PCA 结果, 本研究运用马氏距离聚类对红枣酒的整体品质结构进行了分析, 结果如图 6 所示。



*** 表示差异极显著 ($P < 0.001$)。

图 6 基于马氏距离聚类预处理方式对红枣酒品质影响的评价

Fig.6 Analysis of the overall quality of jujube wine based on Mahalanobis distance clustering

由图 6 可知, 枣浆和枣泥发酵的红枣酒形成了一个聚类, 因而两者的产品品质较为相近, 究其原因可能在于两者的发酵底物形态较为相似。采用多元方差分析发现, 不同预处理方式骏枣制备的红枣酒品质差异均为极显著 ($P < 0.001$)。

3 结论

较之枣块、枣泥和枣汁, 枣浆发酵的红枣酒色泽品质更好, 芳香类物质含量更高, 且硫化物含量、后味 A(涩的回味) 和后味 B(苦的回味) 等缺陷型指标的响应值更低。因而, 在进行骏枣红枣酒发酵时以枣浆发酵为宜。

参考文献:

- [1] 李其晔, 鲁周民. 我国枣制品主要加工工艺研究现状与展望[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(27): 9562-9563
- [2] 蒋卉, 丁慧萍, 白红进. 新疆南疆引进鲜食枣品种品质性状的综合评价[J]. 食品科学, 2016, 37(3): 55-59
- [3] 肖波, 柳全文, 王晓洁, 等. 红枣关键功能性组分及其生理功能[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(16): 210-214
- [4] CHEN J, LAM CT, KONG AY, et al. The extract of *Ziziphus jujuba* fruit (Jujube) Induces expression of erythropoietin via hypoxia-inducible factor-1 α in cultured Hep3B cells[J]. *Planta medica*, 2014, 80(17): 1622-1627
- [5] 蔡文超. 红枣复合甜酒和复合发酵饮料加工工艺的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2018
- [6] 黄微, 徐瑞晗, 程妮, 等. 红枣生物活性成分的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(4): 198-201
- [7] 王洪杰, 张平平, 欧可可, 等. 发酵对金丝小枣多糖缓解体力疲劳功效的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(2): 46-49
- [8] 刘润平. 红枣的营养价值及其保健作用[J]. 中国食物与营养, 2009, 15(12): 50-52
- [9] 张洁, 张大为, 闫佳, 等. 发酵型红枣酒工艺条件的优化[J]. 中国酿造, 2018, 37(9): 191-195
- [10] 苏娜. 红枣发酵酒加工工艺研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008
- [11] CAI WC, TANG FX, SHAN CH, et al. Changes in volatile compounds of fermented mixed drink using commercial yeast strain[J]. *Przemysl chemiczny*, 2018, 97(8): 1398-1405
- [12] 蔡文超, 单春会, 杨丽萍, 等. 红枣复合甜酒的发酵工艺初探[J]. 中国酿造, 2018, 37(6): 199-204
- [13] 杨成聪, 刘丹丹, 葛东颖, 等. 基于气相色谱-质谱联用技术结合电子鼻评价浸米时间对黄酒风味品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(8): 265-270
- [14] 王玉荣, 张俊英, 胡欣洁, 等. 湖北孝感和四川成都地区来源的酒曲对米酒滋味品质影响的评价[J]. 食品科学, 2015, 36(16): 207-210
- [15] SARI P, WIJAYA CH, SAJUTHI D, et al. Colour properties, stability, and free radical scavenging activity of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit anthocyanins in a beverage model system: natural and

响应面优化红蓝草总酚酸的提取及其抗氧化活性研究

韦正, 赖红芳, 彭丽娟, 覃国乐, 黄秀香*

(河池学院 化学与生物工程学院, 广西 宜州 546300)

摘要:对红蓝草总酚酸的提取及其抗氧化活性进行研究。结合单因素考察结果,用响应面法优选红蓝草总酚酸的最佳提取条件,即液料比为 28:1(mL/g),乙醇的浓度为 71%,提取温度为 70℃,提取时间为 90 min,在该条件下红蓝草总酚酸含量为 31.574 4 mg/g,与预测值 31.860 6 mg/g 接近。红蓝草总酚酸体外抗氧化活性评价中,发现其随着浓度增加,其清除能力逐渐增强,但清除率小于 Vc。因此,红蓝草总酚酸有一定的抗氧化活性。

关键词:红蓝草;总酚酸;提取;抗氧化;响应面

Optimization of Extraction Process of Total Phenolic Acids from the *Peristrophe Baphica* (Spreng.) Bremek by Response Surface Methodology and Its Antioxidation

WEI Zheng, LAI Hong-fang, PENG Li-juan, QIN Guo-le, HUANG Xiu-xiang*

(College of Chemistry and Bio-Engineering, Hechi University, Yizhou 546300, Guangxi China.)

Abstract: This study mainly discussed the extraction technology of total phenolic acids from the *Peristrophe baphica* (Spreng) Bremek (PB) and its antioxidation. Combining with the single factor investigation results, and the optimum extraction condition of total phenolic acids from the PB was determined by the response surface methodology, such as solution and material ratio for 28:1 (mL/g), ethanol concentration for 71%, extraction temperature for 70℃, extraction time for 90 min, and extraction yield of total phenolic acids from the PB reached 31.574 4 mg/g at this condition, and the predictive value of 31.860 6 mg/g. The total phenolic acids *in vitro* antioxidant activity evaluation, found with the increase of concentration, its removal ability strengthens gradually, but clearance was less than Vc. The total phenolic acids from the PB exhibits certain antioxidant capacity.

Key words: *Peristrophe baphica* (Spreng.) Bremek; total phenolic acids; extraction; antioxidation; response surface methodology

引文格式:

韦正, 赖红芳, 彭丽娟, 等. 响应面优化红蓝草总酚酸的提取及其抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(18): 84-90

WEI Zheng, LAI Hongfang, PENG Lijuan, et al. Optimization of Extraction Process of Total Phenolic Acids from the *Peristrophe Baphica* (Spreng.) Bremek by Response Surface Methodology and Its Antioxidation [J]. Food Research and Development, 2020, 41(18): 84-90

基金项目: 广西自然科学基金项目(2017GXNSFAA198118); 广西教育厅高校科学技术研究项目(KY2015YB265); 红水河流域药用资源综合利用重点实验室项目; 河池学院 2018 年高层次人才科研启动费项目(XJ2018GKQ012)

作者简介: 韦正(1986—), 男(壮), 高级实验师, 硕士, 研究方向: 药物分析、民族药品品质与药效相关性研究。

* 通信作者: 黄秀香(1969—), 女, 教授, 硕士, 研究方向: 天然有机化学。

copigmented anthocyanins[J]. Food chemistry, 2012, 132(4):1908-1914

[16] ALTOMARE DF, PORCELLI F, PICCIARIELLO A, et al. The use of the PEN3 e-nose in the screening of colorectal cancer and polyps

[J]. Techniques in coloproctology, 2016, 20(6): 405-409

[17] 王滢雪, 刘雪平, 孙翔宇, 等. RP-HPLC 法同时测定果酒中 13 种酚类化合物[J]. 酿酒科技, 2016, 37(7): 103-108

收稿日期: 2019-10-10