

DOI:10.11937/bfyy.201712031

枣酒酿造工艺的优化及其香味成分分析

李 群¹, 李新明¹, 张倩茹², 尹 蓉², 韩基明¹, 高忠东¹

(1. 山西省农业科学院 农产品加工研究所, 山西 太原 030031; 2. 山西省农业科学院 果树研究所, 山西 太原 030031)

摘 要:以木枣为试材,采用单因素试验和 Box-Behnken 试验设计,研究了酵母添加量、发酵温度、发酵助剂添加量对果酒发酵的影响;建立各影响因素的回归方程,并通过响应面分析法优化了发酵型红枣酒的酿造工艺;利用顶空固相微萃取(head-space solid-phase microextractions HS-SPME)和气相色谱质谱(gas chromatography mass spectrometry GC-MS)联用技术对枣酒香气成分进行了分析鉴定,为枣酒发酵过程中主要控制参数的确定及品质监控体系的建设提供参考。结果表明:酵母加量 0.5%、发酵温度 25℃、发酵助剂 115 mg·L⁻¹,得到的枣酒酒度为 12.35%(v/v);从枣酒中共鉴定出香味物质 33 种,占总峰面积的 80.57%,其中主要香味物质为辛酸乙酯、癸酸乙酯、异戊醇、乙酸-3-甲基丁酯、己酸乙酯。

关键词:发酵;枣酒;工艺;响应面;香味成分

中图分类号:TS 262.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)12-0136-06

枣(*Ziziphus jujuba* Mill.)属鼠李科(Rhamnaceae)枣属(*Ziziphus* Mill.)植物,又名红枣,可药食两用^[1-2]。现代药理学研究发现,红枣具有延缓衰老、促进血液循环、扩张血管防治心血管疾病,能够增强心肌收缩力、抗疲劳、抗肿瘤等^[3-4]。随着人们生活水平的提高,以水果为原料发酵加工并具有一定营养保健价值的各类果酒需求量逐渐增加,国家也将果酒作为酒类发展的重点,鼓励水果酿酒取代粮食酿酒,其市场需要量呈现与日俱增的趋势。

在我国,果酒生产已经有逾 2 000 年的历史,而以红枣为原料采用固态发酵法酿造蒸馏酒(俗称枣杠子)也有近千年的历史^[5]。采用传统工艺得到的红枣白兰地的酒精度很高,从 40%~80%不等,但由于其甲醇含量过高限制了其大规模工业化生产^[6-7]。

以干红葡萄酒为代表的现代果酒多采用液态发酵辅以合理的调控、陈化技术进行生产,因其产品具有清香、甘甜、保健、酒精度数低等优点受到越来越多的消费者欢迎。学者们对葡萄酒的酿造工艺及其香气成分的研究作了大量工作,取得了丰硕的成果^[8-12],相比之下,对枣酒的研发尚处起步阶段。李

永山等^[13]以宁夏长枣为原料,研究表明干型枣酒的酿造工艺以发酵温度 22℃,发酵时间 5~7 d 较为合理。李丹等^[14]对金丝小枣酒主要香气成分分析表明,异戊醇为主要的香气化合物。

红枣有近千个品种^[15],由于营养成分的差异,采用不同枣品种酿制的枣酒在生产工艺和香气成分的组成上也有所不同,木枣是适宜加工的红枣品种,主要分布于山西、陕西交界的黄河沿岸地区,年产近 2.5×10⁸ kg,以木枣为原料生产干型枣酒对当地的红枣产业发展具有重要意义。

为了确定干型低度木枣酒的生产工艺,该研究拟采用 Box-Behnken 试验设计结合单因素、响应面试验优化红枣果酒的主发酵参数,利用顶空固相微萃取、气相色谱-质谱联用技术对其香气成分进行分析鉴定,以期对枣酒生产过程中主要控制参数的确定以及质量监控体系的建设提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试木枣由山西省农业科学院果树研究所中试基地提供。

酵母及发酵助剂:Dibosh 陈酿型干红葡萄酒专用酵母(D254)及其配套专用营养剂,购自烟台帝伯仕自酿机有限公司。

仪器设备:气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)

第一作者简介:李群(1970-),男,本科,副研究员,研究方向为食品加工。E-mail:zslsm@sina.com.

基金项目:山西省科技重点研发资助项目(2015-TN-4-7)。

收稿日期:2017-03-17

QP2010 Plus, 日本岛津公司); 毛细管色谱柱 (Stabilwax(R)-DA(30 m×0.32 mm×0.25 μm), 美国 Restek 公司); 加热固相微萃取装置(包含萃取手柄和萃取头, DVB/CAR/PDMS(二乙烯基苯/羧基/聚二甲基硅氧烷)50/30 μm, 美国 Supelco 公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程 红枣→筛选→清洗→破碎→热浸提→粗滤→成分调制→接种→添加助剂→主发酵→原酒分离→陈酿→红枣酒。

1.2.2 枣酒发酵条件的单因素试验设计 酵母添加量的确定: 设置 7 个酵母添加量 0.13%、0.21%、0.29%、0.37%、0.45%、0.53%、0.61%, 在温度 24 ℃ 和 110 mg·L⁻¹ 发酵助剂下进行枣酒发酵。7 d 后比较枣酒的酒度。发酵温度的确定: 设置 7 个发酵温度 9、12、15、18、21、24、27 ℃, 在一定酵母加量 (0.45%) 和一定发酵助剂下 (110 mg·L⁻¹) 进行枣酒发酵。7 d 后比较枣酒的酒度。发酵助剂添加量的确定: 设置 7 个发酵助剂添加量 60、70、80、90、100、110、120 mg·L⁻¹, 在一定温度 (24 ℃) 和一定发酵助剂下 (110 mg·L⁻¹) 进行枣酒发酵。7 d 后比较枣酒的酒度。

1.2.3 响应面试验设计 通过单因素试验, 在其分析结果的基础上, 采用 3 因素 3 水平的 Box-Behnken 响应面设计方法, 以酵母添加量 [-1 (0.37)、0 (0.45)、1 (0.53)]、发酵温度 [-1 (21)、0 (24)、1 (27)]、发酵助剂 [-1 (110)、0 (130)、1 (150)] 为自变量, 酒度为响应值, 优化枣酒发酵的条件[5]。重复 3 次。

1.3 项目测定

1.3.1 酒精度测定 参考李小那^[16]的方法。

1.3.2 枣酒香气成分的测定 采用顶空固相微萃取方法。在 20 mL 顶空进样瓶中加入 10 mL 酒样, 2.0 g 饱和电解质 NaCl 摇匀。加盖密封, 用固相微萃取装置将萃取头手动插入进样瓶中, 萃取头距样品液面约 5 mm, 保温 10 min, 在 40 ℃ 萃取 40 min 后, 直接将萃取头注入气相色谱仪进样口脱附 3 min。

1.3.3 香气成分的测定 色谱条件: 进样口温度 230 ℃, 柱温起始温度 35 ℃, 保持 2 min, 以 10 ℃·min⁻¹ 升至 60 ℃, 再以 4 ℃·min⁻¹ 升至 160 ℃, 再以 10 ℃·min⁻¹ 升至 200 ℃, 再以 8 ℃·min⁻¹ 升至 230 ℃, 保持 10 min, 载气 He (99.999%), 柱流量 2.4 mL·min⁻¹, 不分流进样。质谱条件: 电离方式 EI, 电子能量 70 eV, 离子源温度

200 ℃, 接口温度 230 ℃, 扫描质量范围: 45~600 amu。香气成分的定性: 通过计算机检索与 NIST08 提供的标准质谱图对照, 根据匹配度, 并结合已有的文献对香味成分进行定性。

1.4 数据分析

采用 Design-Expert 7.1.3.1 软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 果酒发酵条件的单因素试验

2.1.1 酵母添加量对枣酒酒度的影响 由图 1 可知, 随着酵母添加量的增加, 枣酒酒度逐渐增加, 当酵母添加量超过 0.45% 以后, 酒度不再显著增加, 此时酒度为 10.93%。

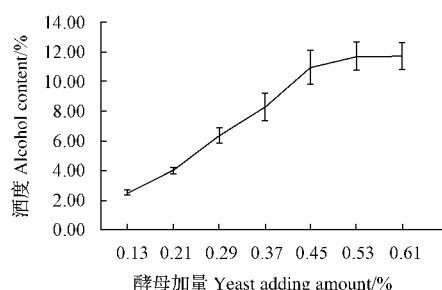


图 1 酵母添加量对枣酒酒度的影响

Fig. 1 Effect of yeast adding amount on alcohol content in jujube wine

2.1.2 发酵温度对枣酒酒度的影响 由图 2 可知, 随着发酵温度的增加, 枣酒酒度逐渐增加, 当发酵温度超过 24 ℃ 以后, 酒度不再显著增加, 此时酒度为 11.92%。

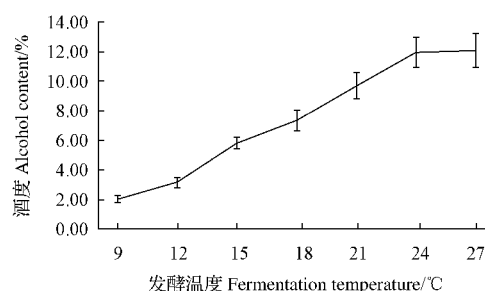


图 2 发酵温度对枣酒酒度的影响

Fig. 2 Effect of fermentation temperature on alcohol content in jujube wine

2.1.3 发酵助剂添加量对枣酒酒度的影响 由图 3 可知, 随着发酵助剂添加量的增加, 枣酒酒度逐渐升高, 当发酵助剂添加量超过 110 mg·L⁻¹ 以后, 酒度不再显著增加, 此时酒度为 11.14%。

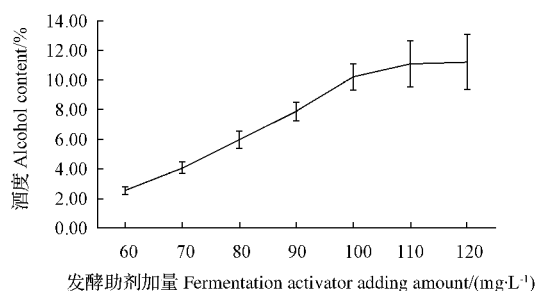


图3 发酵助剂添加量对枣酒酒度的影响

Fig. 3 Effect of fermentation activator adding amount on alcohol content in jujube wine

2.2 枣酒发酵条件的响应面优化试验

2.2.1 响应面设计及结果 根据 Box-Behnken 的中心组合试验设计原理,在单因素试验结果的基础上,进行响应面分析试验,试验设计与试验结果见表 1。采用 Design-Expert 7.1.3.1 软件对所得数据进行统计学分析,分析结果见表 2。3 个因子经过拟合得到的回归方程为: $Y=11.33+0.54A+0.55B+0.20AB+0.29AC+0.080BC-0.47A^2-0.24B^2+0.14C^2$ 。

2.2.2 方差分析 模型的 $R^2=0.9664$,说明试验方法是可靠的,使用该方程模拟真实的 3 因素 3 水平的分析是可行的。变异系数(CV)反映模型的置信度,CV 值越低,模型的置信度越高。该试验的 CV

为 1.63%,说明其置信度较高,模型方程能够较好地反映真实的试验值,可用此模型分析响应值的变化。

表 1 响应面设计与试验结果

Table 1 Experimental design and results of response surface methodology

试验号 Number	因素 Factor				Y 酒度 Alcohol content /%
	A 酵母添加量 Yeast adding amount /%	B 发酵温度 Ferment temperature /℃	C 发酵助剂添加量 Fermentation activators adding amount /(mg·L ⁻¹)		
1	-1.00	-1.00	0.00		9.57
2	1.00	-1.00	0.00		10.47
3	-1.00	1.00	0.00		10.36
4	1.00	1.00	0.00		12.06
5	-1.00	0.00	-1.00		10.73
6	1.00	0.00	-1.00		11.02
7	-1.00	0.00	1.00		10.39
8	1.00	0.00	1.00		11.84
9	0.00	-1.00	-1.00		10.92
10	0.00	1.00	-1.00		11.77
11	0.00	-1.00	1.00		10.52
12	0.00	1.00	1.00		11.69
13	0.00	0.00	0.00		11.34
14	0.00	0.00	0.00		11.38
15	0.00	0.00	0.00		11.29
16	0.00	0.00	0.00		11.31
17	0.00	0.00	0.00		11.33

表 2

回归模型的方差分析

Table 2 Variance analysis of regression model

来源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value Prob>F	显著性 Significance
模型 Model	4.16	8	0.52	1.57	0.268 9	Not significant
A-A	2.35	1	2.35	7.11	0.028 5	
B-B						
C-C	0.000	1	0.000	0.000	1.000 0	
AB	0.16	1	0.16	0.48	0.506 6	
AC	0.34	1	0.34	1.02	0.342 9	
BC	0.026	1	0.026	0.077	0.788 0	
A ²	0.94	1	0.94	2.84	0.130 5	
B ²	0.25	1	0.25	0.75	0.412 3	
C ²	0.080	1	0.080	0.24	0.637 0	
残差 Residual	2.65	8	0.33			
失拟向 Lack of fit	2.64	4	0.66	574.75	<0.000 1	Significant
纯误差 Pure error	4.600E-003	4	1.150E-003			
总和 Total	6.81	16				
标准偏差 Standard deviation	0.18					
平均值 Mean	11.06					
变异系数 CV/%	1.63					
分析 Press	3.59					
相关系数平方 R ²				0.966 4		
校正系数平方 Adj R ²				0.923 3		
预测相关系数平方 Pred R ²				0.472 8		
信噪比 SNR				15.770 0		

2.2.3 因素间交互作用分析 响应面图形曲线走势越陡,其交互作用影响越显著,曲线走势越平滑,

其交互作用影响越小。由图 4 可知,酵母添加量和助剂添加量的图形曲线走势较陡,说明其影响最为

显著。经分析得出影响枣酒酒度含量的最佳发酵工艺条件为酵母添加量 0.45%、发酵温度 24℃、发酵助剂 110 mg·L⁻¹，在此工艺下枣酒酒度含量为 11.96%。

2.2.4 回归模型的验证 为了检验响应面法的可行性，采用得到的最佳发酵条件进行枣酒发酵的验

证试验，同时考虑到实际操作和生产的便利，以酵母加量 0.5%、发酵温度 25℃、发酵助剂 115 mg·L⁻¹ 为最佳。3 次平行试验得到的实际平均酒度为 12.35%，与理论值相差 0.39 个百分点。因此，响应面法对枣酒发酵条件的优化是可行的，得到的枣酒发酵条件具有实际应用价值。

2.3 枣酒香味物质的 GC-MS 分析

枣酒中的主要香味成分鉴定结果见表 3、图 5，其中辛酸乙酯 20.45%、3-甲基丁醇（异戊醇）15.64%、癸酸乙酯 15.41%、乙酸-3-甲基丁酯 9.38%、己酸乙酯 7.95%、乙酸乙酯 2.72%、月桂酸乙酯 2.34%、乙醛缩二乙醇 2.17%、2-(氨基氧基)乙酸 1.82%、苯乙醇 1.11%、2,3-丁二醇 1.04% 等。

表 3 枣酒中的香气成份

Table 3 Volatile flavor ingredients in jujube wine

序号 Number	时间 Time /min	化合物名称 Compound Name	分子式 Molecular formula	匹配度 Matching degree/%	相对含量 Relative content/%
1	2.50	乙酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₂	96.73	2.72
2	2.69	2-(氨基氧基)乙酸	C ₂ H ₅ NO ₃	76.60	1.82
3	3.70	2,5-二甲基呋喃	C ₆ H ₈ O	82.89	0.06
4	3.84	丙酸乙酯	C ₅ H ₁₀ O ₂	95.65	0.81
5	4.11	乙醛缩二乙醇	C ₆ H ₁₄ O ₂	93.33	2.17
6	4.36	异戊醇	C ₆ H ₁₂ O	70.85	15.64
7	5.64	2,3-丁二醇	C ₄ H ₁₀ O ₂	49.29	1.04
8	5.90	丁酸乙酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	95.88	0.51
9	7.18	3-乙氧基-1-丙醇	C ₇ H ₁₈ O ₃	96.00	0.11
10	8.18	乙酸-3-甲基丁酯	C ₇ H ₁₄ O ₃	89.94	9.38
11	9.98	甲氧基苯基酚	C ₈ H ₉ NO ₂	82.42	0.10
12	11.26	1-(1-乙氧基乙氧基)戊烷	C ₉ H ₂₀ O ₂	63.81	0.18
13	12.11	己酸乙酯	C ₈ H ₁₆ O ₂	83.91	7.95
14	12.54	乙酸己酯	C ₈ H ₁₆ O ₂	91.19	0.12
15	13.53	己-2-烯酸乙酯	C ₈ H ₁₄ O ₂	91.58	0.04
16	14.94	6-庚烯酸乙酯	C ₉ H ₁₆ O ₂	74.39	0.05
17	15.21	庚酸乙酯	C ₉ H ₁₈ O ₂	94.59	0.95
18	15.66	乙酸庚酯	C ₉ H ₁₈ O ₂	81.29	0.08
19	15.82	苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	85.68	1.11
20	18.24	辛酸乙酯	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	91.36	20.45
21	19.70	己酸异戊酯	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	87.34	0.06
22	19.96	乙酸苯乙酯	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	51.47	0.25
23	21.01	辛酸丙酯	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	80.01	0.28
24	21.82	壬酸乙酯	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	90.36	0.62
25	22.49	苯丙酸乙酯	C ₁₁ H ₁₀ O ₂	81.24	0.32
26	23.46	9-癸烯酸乙酯	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	42.63	0.83
27	23.68	癸酸乙酯	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	75.87	15.41
28	24.96	辛酸异戊酯	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	89.64	0.14
29	26.25	癸酸正丙酯	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	82.64	0.18
30	28.55	月桂酸乙酯	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	52.83	2.34
31	29.71	癸酸异戊酯	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	81.43	0.08
32	32.99	十四酸乙酯	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	49.34	0.03
33	37.02	十六酸乙酯	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	41.09	0.04

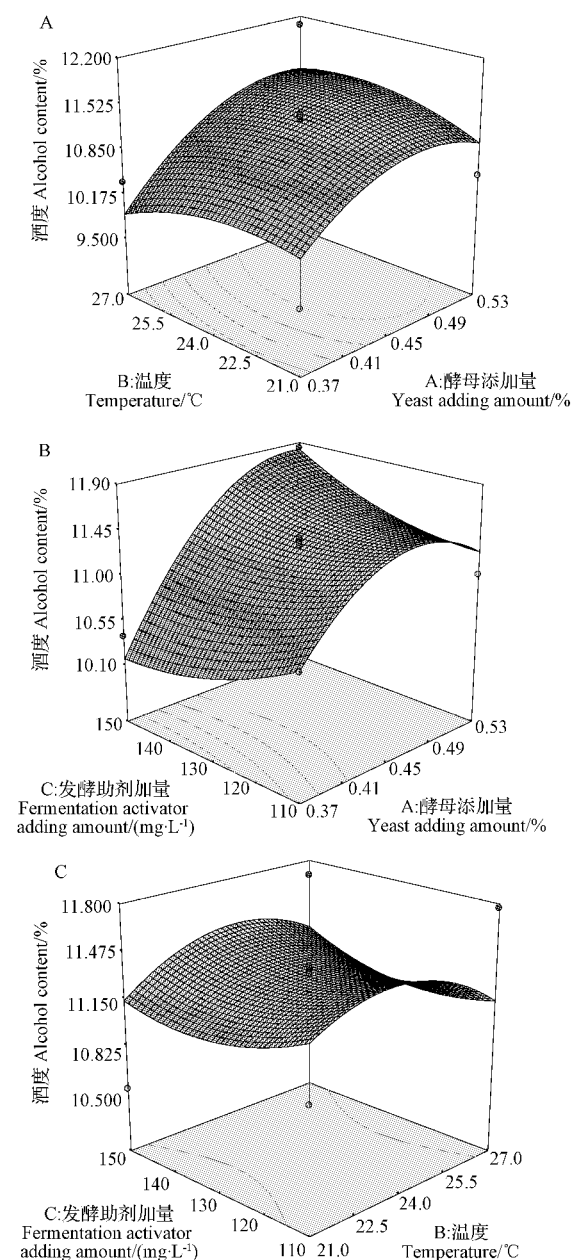


图 4 酵母添加量(A)、发酵温度(B)和发酵助剂加量(C)对枣酒酒度影响的响应面分析

Fig. 4 Response surface plots of yeast adding amount (A), fermentation temperature (B) and fermentation activator adding amount (C) on the alcohol content in jujube wine

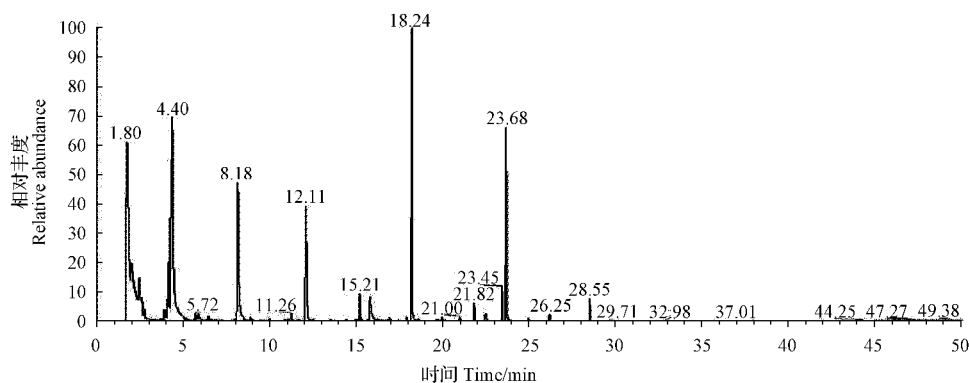


图5 枣酒挥发性香气成分 GC-MS 总离子流色谱

Fig. 5 GC-MS total ions chromatogram of volatile flavor ingredients in jujube wine

3 结论与讨论

因红枣含水量低,干物质含量远高于葡萄、苹果等,红枣酒生产不同于葡萄酒等可直接压榨取汁,必须采用不同的取汁方法,该试验采用水浸提方法,将红枣中的营养物质,包括糖提取出来后,用于枣酒发酵。另外,红枣缺乏单宁等多酚类物质,不如葡萄、苹果等拥有浓郁的果香,所以酿造的酒无特色,酒体滞重,缺乏酒香。而且,发酵方法与发酵条件不同,枣酒的发酵率、酒精、维生素 C、甲醇、甲醛含量及风味品质等均会不同。这就要求操作时精选原料、优化试验参数。该研究通过响应面设计,以酵母添加量、发酵温度和发酵助剂加量为考察指标,经过优化分析确定了红枣酒的最佳发酵工艺为酵母加量 0.5%、发酵温度 25℃、发酵助剂 115 mg·L⁻¹,发酵的红枣酒具有独特的诱人风味。同时对酒的风味物质进行了分析,表明辛酸乙酯、3-甲基丁醇(异戊醇)、癸酸乙酯、乙酸-3-甲基丁酯等为其主要成份。关于发酵工艺对酒中甲醇含量的影响将是后续试验的工作重点。

参考文献

[1] CHEN D Y, WANG Y K, WANG X, et al. Effects of branch removal on water use of rain-fed jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) plantations in Chinese semiarid Loess Plateau region[J]. *Agricultural Water Management*, 2016, 178: 258-270.

[2] ZHU Q Y, ZHANG Q Y, CAO J, et al. Cyclodextrin-assisted liquid-solid extraction for determination of the composition of jujube fruit using ultrahigh performance liquid chromatography with electrochemical detection and quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry[J]. *Food Chemistry*, 2016, 213: 485-493.

[3] SHEN X, TANG Y, YANG R, et al. The protective effect of *Ziziphus jujube* fruit on carbon tetrachloride-induced hepatic injury in

mice by anti-oxidative activities[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2009, 122(3): 555-560.

[4] LAM C T W, GONG A G W, LAM K Y C, et al. Jujube-containing herbal decoctions induce neuronal differentiation and the expression of anti-oxidant enzymes in cultured PC12 cells[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2016, 188: 275-283.

[5] 杜文亮. 红枣发酵酿酒技术的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2013.

[6] 宫可心. 红枣白兰地甲醇的控制方法初探[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.

[7] 迟超逸. 红枣白兰地甲醇形成机理初探及中试研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2015.

[8] 余昆, 梁百吉, 徐桂花, 等. 葡萄酒酿造过程中氮源的控制与管理[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2013(1): 48-52.

[9] 徐亚男, 刘秋萍, 李琦, 等. GC-MS 对非酿酒酵母菌发酵赤霞珠葡萄酒香气成分的检测[J]. *中国酿造*, 2014(6): 135-139.

[10] 张雅茹, 侯旭杰. 葡萄酒香气成分研究进展[J]. *北方园艺*, 2016(7): 186-189.

[11] 曹芳玲. 终止发酵法酿造“赤霞珠”低醇甜红葡萄酒的工艺[J]. *北方园艺*, 2016(19): 152-156.

[12] 何英霞, 蒋玉梅, 李霁昕, 等. 不同酶和酵母对干红葡萄酒香气影响的差异分析[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(1): 325-332.

[13] 李永山, 刘小连, 余永红. 鲜枣汁发酵型干酒研究[J]. *酿酒科技*, 2010(8): 79-81.

[14] 李丹, 王颖. 金丝小枣酒香气成分分析[J]. *酿酒科技*, 2008(6): 109-111.

[15] 刘孟军, 汪民. 中国枣种质资源[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.

[16] 李小那. 葡萄酒中酒精度测量的不确定度评定[J]. *酿酒*, 2011, 38(4): 76-78.

[17] 张宝善, 陈锦屏, 杨莉, 等. 红枣酒发酵工艺研究[J]. *中国农业科学* 2004, 37(1): 112-118.

[18] 贾琪, 朱靖博, 丁燕, 等. 红枣酒发酵菌种的筛选研究[J]. *食品工业*, 2015, 36(11): 49-52.

超微粉碎对玫瑰花营养成分及抗氧化活性的影响

李凤英, 许 瑞, 刘战永

(河北科技师范学院 食品科技学院, 河北 昌黎 066600)

摘 要:以玫瑰花为试材,采用超微粉碎技术处理玫瑰花粉,分析超微粉碎前后营养、功效成分的含量及抗氧化性活性的变化,为玫瑰花超微粉的开发利用提供参考依据。结果表明:与细粉相比,玫瑰花超微粉的水分、蛋白质含量下降,粗脂肪含量增加,灰分含量不变;矿物质元素中铁、镍含量增加,铜、锰含量稍有下降,其它元素含量变化较小;随着粉碎粒径的减小,可溶性膳食纤维(SDF)含量增加,不溶性膳食纤维(IDF)含量下降;超微粉Ⅱ(D_{50} 8.659 μm)水提液的多酚、黄酮、多糖含量最高,羟基清除率和总抗氧化能力最强。综上表明超微粉碎在一定程度上提高了玫瑰花的营养保健价值。

关键词:玫瑰花;超微粉碎;营养成分;抗氧化

中图分类号:S 685.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)12-0141-05

玫瑰花是蔷薇科植物玫瑰(*Rosa rugosa* Thumb)的干燥花蕾^[1],具有很高的药用价值和营养价值。

第一作者简介:李凤英(1962-),女,硕士,教授,研究方向为农产品加工。E-mail:lfysjyszl@163.com

基金项目:河北省高等学校科学技术研究重点资助项目(ZD2014097)。

收稿日期:2017-03-13

其含有丰富的挥发油、多糖、多酚类和黄酮类物质,还含有亚油酸、生物碱、维生素、氨基酸、糖、蛋白质、膳食纤维和微量元素等^[2-3],具有行气活血、开窍化淤、疏肝醒脾的功效。现代药理研究表明,玫瑰花具有消除自由基、抗氧化活性、抗血栓、抗炎、抗菌、抗癌、免疫调节、降血脂和预防心脏病等作用^[4-5]。我国是玫瑰花种植大国,具有丰富的玫瑰花资源。但

Optimization of Fermentation Process for Jujube Wine and Analysis of Flavor Components

LI Qun¹, LI Xinming¹, ZHANG Qianru², YIN Rong², HAN Jiming¹, GAO Zhongdong¹

(1. Institute of Agro-food Science and Technology, Shanxi Academy of Agricultural Science, Taiyuan, Shanxi 030031; 2. Pomology Institute, Shanxi Academy of Agricultural Science, Taiyuan, Shanxi 030031)

Abstract: Jujubes were used as raw materials and jujube wine fermentation technology which was investigated by using single-factor and Box-Behnken design. The effects of yeast adding amount, fermentation temperature, and fermentation activators adding amount on alcohol content in jujube wine were evaluated. Fragrance composition in jujube wine was analyzed by using head-space solid-phase micro extractions (HS-SPME) and gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) to provide reference for determination of main control parameters and construction of quality monitoring system. The results showed that optimal conditions of jujube wine fermentation technology were obtained, yeast adding amount 0.5%, fermentation temperature 25 °C, and fermentation activators adding amount 115 mg · L⁻¹, alcohol content in jujube wine was 12.35% (v/v). HPLC-MS analysis showed that 33 kinds of fragrance components were identified, together accounting for 80.57% of the peak area. Main volatile flavor ingredients in jujube wine were ethyl octoate, 3-methyl-1-butanol, decanoic acid ethyl ester, isoamyl acetate, ethyl hexanoate, etc.

Keywords: fermentation; jujube wine; process; response surface methodology; flavor components