

DOI:10.11937/bfyy.201502031

糠醛对低醇葡萄酒酿造的影响

崔艳¹, 吕文², 王允航¹, 付荣霞¹, 梁丽雅¹

(1. 天津农学院 食品科学与生物工程学院, 天津市农副产品深加工技术工程中心, 天津 300384;

2. 中法合营王朝葡萄酒有限公司, 天津 300402)

摘要:以“玫瑰香”葡萄为试材,研究了糠醛的不同添加量、不同添加时机和不同发酵温度对葡萄酒的酒精度、残糖、总酸、挥发酸等重要理化指标的影响,从而获得糠醛酿造低醇葡萄酒的最佳工艺条件。结果表明:糠醛确实可降低葡萄酒的酒精度,减少挥发酸含量,但是对残糖、总酸的影响不明显。在20℃下,发酵中期添加60 mg/L的糠醛抑制剂,可获得7.12%(v/v)的低醇干葡萄酒,具有酒精度低,果香新鲜,稳定性高且舒顺易饮的特性。

关键词:葡萄酒;糠醛;低醇;抑制剂

中图分类号:TS 262.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)02-0112-04

随着社会的进步和人民生活水平以及健康意识的提高,人们对低醇葡萄酒的需求也越来越高。但由于低醇酒发酵终止困难,目前大多数低醇葡萄酒的研究都集中在葡萄浆降糖和高度酒降醇方面,或者采用中途抑制发酵、超声波等手段来酿造低醇甜葡萄酒,而低醇干葡萄酒酿造的难度还是比较大。近来采用代谢抑制剂改变酿酒酵母的代谢途径来降低成品酒的酒精度的技术手段开始引起了研究者的兴趣^[1]。糠醛,又名 α -呋喃甲醛,是一种芳香族化合物,可自然合成于含有戊糖的植物来源的饮料和食品中,在水果中糠醛的浓度约为0.05 mg/L^[2]。在红葡萄酒陈酿过程中,由橡木桶释放到葡萄酒中的糠醛含量约为0.8~8.0 mg/L^[3]。它也会和花青素在红葡萄酒内形成稳定的色素化合物^[4]。同时,美国食品香料和萃取物制造者协会(FEMA)已确认糠醛在正确使用的情況下是安全的^[5]。一些研究表明,糠醛摄入量为60 mg/kg,对人体是无害的^[6]。

生物燃料的研究中发现糠醛可以降低酵母菌的生长率和乙醇的产量。当糠醛含量为460 mg/L时,乙醇的产率降低了78%,当糠醛含量为1 200 mg/L时,乙醇的产生完全被抑制^[7]。其原因如图1所示,是糠醛在酵母从糖到乙醇的代谢过程中对乙醇脱氢酶和乙醛脱氢酶有竞争性抑制作用,抑制了乙醇和乙酸的生成^[8]。主要是以NADH作为辅助因子将糠醛转化为糠醇^[9]。以及在有氧条件下,以NAD⁺作为辅助因子,使糠醛氧化

为糠酸^[10]。糠醛抑制作用的强度取决于其含量,细胞的密度,底物发酵方式和通氧量等^[11]。此基础上,以酿造低醇干葡萄酒为目的,选取不同的糠醛添加量、不同的添加时机及发酵温度来探究糠醛抑制剂对低醇葡萄酒酿造的影响。

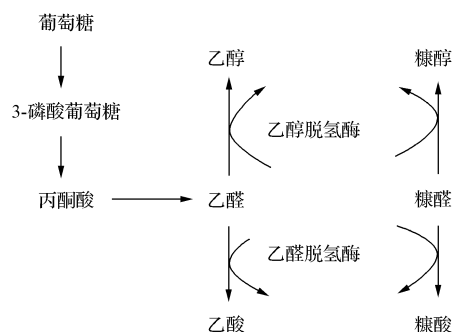


图1 糠醛抑制酒精发酵的途径

Fig.1 Passway of furfural inhibiting alcohol fermentation

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试葡萄品种为“玫瑰香”,采自天津市北辰区葡萄园;葡萄酒酵母购于安琪酵母公司;糠醛购于广东省阳东县化工工业公司。

1.2 试验方法

葡萄→压榨→亚硫酸处理葡萄汁→果胶酶澄清→调酸→发酵→分离→澄清→除菌过滤→成品。

由于糠醛对酵母的抑制作用取决于糠醛含量,酵母细胞的密度及发酵条件,该试验设计如下。不同糠醛添加量:将糠醛浓度分别配制成0(CK)、10、30、60、

第一作者简介:崔艳(1972-),女,硕士,副教授,研究方向为葡萄酒发酵。E-mail:cytau0311@126.com.

收稿日期:2014-09-11

90 mg/L。不同添加时机:根据酵母细胞密度可能对糠醛的抑制作用带来的影响,将糠醛的添加时机设定为3个时期,分别为发酵前期(延迟期)、发酵中期(对数生长期的中间)和发酵后期(稳定期),上述时机均依据试验中绘制的酵母细胞的生长曲线获得。发酵温度:考虑到酿造新鲜型的低醇葡萄酒,采用15、20、25℃ 3个较低温度试验。中期添加糠醛60 mg/L。以 t 试验初始糖度160 g/L,初始pH 3.49,发酵温度为20℃。

1.3 项目测定

酒精度、还原糖、挥发酸、总酸等理化指标的测定和感官评定参照国标 GB15037-2006^[12]。所有结果均为3次的平均值。

2 结果与分析

2.1 不同添加量的糠醛抑制剂对葡萄酒的影响

2.1.1 糠醛添加量对酒精度的影响 采用5个糠醛添加量(0、10、30、60、90 mg/L)在发酵前期加入葡萄浆中进行试验。由图2可以看出,糠醛作为一种代谢抑制剂,确实能抑制酵母的酒精发酵。随着添加量的增大,乙醇含量下降,尤其是在0~10 mg/L之间下降趋势最大,到60 mg/L时酒精度达到最低,随后则略有升高。可能是因为在酵母糖酵解的过程中,在糠醛的刺激下,产生了NADH,从而使糠醛和乙醛形成对乙醇脱氢酶的竞争关系,使糠醛部分转化为糠醇,从而减少了乙醇的产生。

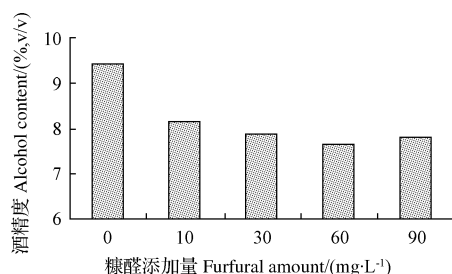


图2 不同糠醛添加量对酒精度的影响

Fig. 2 Effect of different furfural amounts on alcohol content

2.1.2 糠醛添加量对其它理化指标的影响 由表1可知,尽管随着糠醛量的增加,酒精度有所降低,但是成品酒中的残糖量并无较大的变化,且无变化规律,均小于4 g/L,符合干酒的要求。即糠醛的添加并没有明显降低酵母对糖的消耗。可能是由于添加了糠醛后,刺激糖酵解产生了更多NADH和H⁺来降低葡萄浆中糠醛含量。减少了残糖的积累,因此增加了低醇葡萄酒的稳定性,可用于酿造低醇干葡萄酒。不同糠醛添加量对总酸的影响不甚明显,只是比对照组略有升高。而挥发酸的产量随着糠醛的增加而降低,可能是因为糠醛抑制剂通过乙醛脱氢酶的作用部分生成了糠酸,从而稍稍降低了醋酸的含量。

表1 糠醛添加量对残糖、总酸、挥发酸等含量的影响

Table 1 Effect of different furfural amounts on other physical-chemical indexes

理化指标 Index	糠醛添加量 Furfural amounts/(mg·L ⁻¹)				
	0	10	30	60	90
还原糖/(g·L ⁻¹)	1.68	2.31	1.59	1.97	2.20
总酸/(g·L ⁻¹)	5.65	5.89	5.87	6.01	6.23
挥发酸/(g·L ⁻¹)	0.71	0.67	0.61	0.52	0.49

2.2 不同添加时机的糠醛抑制剂对葡萄酒的影响

2.2.1 糠醛添加时机对酒精度的影响 由图3可知,发酵中期添加糠醛对酒精度的降低幅度是最大的,60 g/L的糠醛抑制酒精生成的能力最强,比发酵前期降低了0.53%,比对照降低了2.29%。在糠醛低浓度0~30 mg/L时,发酵后期较前期的降醇效果好,而当糠醛浓度大于60 mg/L时,前期糠醛降醇的幅度要略高于后期。可能是由于后期尽管酵母量大,但是糠醛的抑制作用需要一定的时间,而前期添加的糠醛能够在发酵过程中持续起到抑制作用。

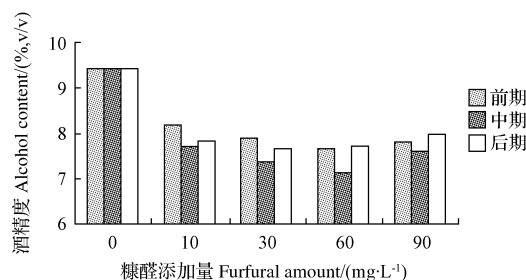


图3 糠醛添加时机对酒精度的影响

Fig. 3 Effect of different furfural adding time on alcohol content

2.2.2 糠醛添加时机对其它理化指标的影响 在60 mg/L糠醛的添加量下,不同添加时机对酒中残糖的影响不大,无明显规律。总酸则中期的略高,也不明显。挥发酸则加糠醛的均低于对照组,中期挥发酸最低。同前面的分析一致。

表2 不同添加时机下添加60 mg/L糠醛的其它理化指标

Table 2 Effect of different furfural amounts on other physical-chemical indexes

理化指标 Index	糠醛添加时机 Different time of furfural amounts/(60 mg·L ⁻¹)			
	对照	前期	中期	后期
还原糖/(g·L ⁻¹)	1.68	1.87	1.39	1.50
总酸/(g·L ⁻¹)	5.65	5.99	6.12	6.01
挥发酸/(g·L ⁻¹)	0.71	0.52	0.41	0.64

2.3 不同发酵温度下糠醛对葡萄酒的影响

2.3.1 发酵温度对酒精度的影响 由图4可知,15℃时酒精度最低,25℃酒精度最高,这个结果和单纯研究发

醇温度对低醇酒酒精度的结论相似,可能是由于 25℃下酵母起酵相对快,发酵周期较短,而低温 15℃则延长了发酵时间;同时中期添加糠醛的抑制效果可能也因为低温发酵导致时间延长而作用叠加。然而糠醛的抑制作用应该源于乙醛脱氢酶和乙醇脱氢酶的酶反应,是要受到温度影响的,一般认为 25℃更适于酶反应,但结果并非如此,故在这种条件下酒精度受温度的影响大还是糠醛的抑制作用影响更大还有待于进一步研究。图 4 中 15℃和 20℃的结果接近,酒精度均较低,且葡萄酒口感新鲜,稳定性高,并未因低温而改变。

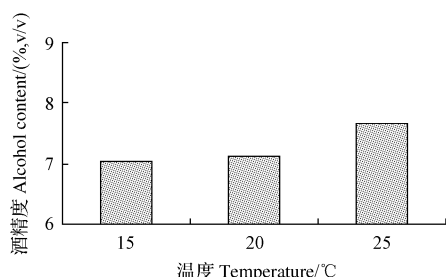


图 4 不同发酵温度下添加糠醛对酒精度的影响

Fig. 4 Effect of different fermentation temperatures on alcohol content

2.3.2 发酵温度对其它理化指标的影响 由表 3 可知,15℃和 20℃的挥发酸要低于 25℃,残糖含量均小于 4 g/L,综合前述,15℃时低醇葡萄酒的各项指标最好,但是发酵时间最长,比 20℃发酵时间长约 50 h,故全面考虑,认为 20℃是最适合添加糠醛的低醇干葡萄酒酿造的温度。

表 3 发酵温度对其它理化指标的影响

Table 3 Effect of different fermentation temperatures on other physical-chemical indexes

理化指标 Index	发酵温度 Fermentation temperature/°C		
	15	20	25
还原糖/(g·L ⁻¹)	2.10	1.39	1.67
总酸/(g·L ⁻¹)	6.26	6.12	6.01
挥发酸/(g·L ⁻¹)	0.38	0.41	0.59

3 结论

糠醛抑制剂可以通过糖酵解途径有效地降低酒精度,但并不影响葡萄浆中糖的消耗量,故低醇酒的稳定性高,可用于酿造低醇干葡萄酒。同时它可降低挥发酸含量,保留新鲜果香。该试验糠醛酿造低醇干白葡萄酒

的最佳条件为:发酵温度为 20℃、发酵中期添加糠醛、糠醛添加量为 60 mg/L。所酿的低醇“玫瑰香”干白葡萄酒酒精度为 7.12%,具有新鲜的果香,稳定性高,且舒顺易饮。为了获得稳定性高且酒精度更低的低醇葡萄酒,未来还会进一步研究糠醛对于适合低醇酒酿造的不同酵母菌种的抑制作用。

参考文献

- [1] Vejarano R, Morata A, Loira I, et al. Theoretical considerations about usage of metabolic inhibitors as possible alternative to reduce alcohol content of wines from hot areas[J]. European Food Research and Technology, 2013, 8:217-226.
- [2] Taherzadeh M J, Gustaffson L, Niklasson C, et al. Inhibition effects of furfural on aerobic batch cultivation of *Saccharomyces cerevisiae* growing on ethanol and/or acetic acid[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2000, 90:374-380.
- [3] Pe'rez-Prieto L, Lo'pez-Roca J, Go'mez-Plaza E. Differences in major volatile compounds of red wines according to storage length and storage conditions[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2003, 16:697-705.
- [4] Es-Safi N E, Cheynier V, Moutounet M. Implication of phenolic reactions in food organoleptic properties[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2003, 16:535-553.
- [5] Adams T B, Doull J, Goodman J I, et al. The FEMA GRAS assessment of furfural used as a flavour ingredient[J]. Food and Chemical Toxicology, 1997, 35:739-751.
- [6] Jonker D. Sub-chronic (13 week) oral toxicity study in rats with micro-encapsulated furfural[R]. Netherland Organisation for Applied Science Research(TNO) Report, 2000, 99:1-3.
- [7] Palmqvist E, Almeida J S, Hahn-Hägerdal B. Influence of furfural on anaerobic glycolytic kinetics of *Saccharomyces cerevisiae* in batch culture[J]. Biotechnology and Bioengineering, 1998, 62:447-454.
- [8] Modig T, Liden G, Taherzadeh M J. Inhibition effects of furfural on alcohol dehydrogenase, aldehyde dehydrogenase and piruvate dehydrogenase[J]. Biochemical Journal, 2002, 363:769-776.
- [9] Liu Z, Slininger P J, Gorsich S W. Enhanced biotransformation of furfural and 5-hydroxymethylfurfural by newly developed ethanologenic yeast strains[J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2005, 121-124:451-460.
- [10] Horva'th I S, Franzen C J, Taherzadeh M J, et al. Effects of furfural on the respiratory metabolism of *Saccharomyces cerevisiae* in glucose-limited chemostats[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2003, 69: 4076-4086.
- [11] Navarro A R. Effects of furfural on ethanol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*: mathematical models[J]. Current Microbiology, 1994, 29: 87-90.
- [12] GB/T 15038-2006. 葡萄酒、果酒通用分析方法[S].

Effect of Furfural on Brewing of Low Alcohol Wine

CUI Yan¹, LYU Wen², WANG Yun-hang¹, FU Rong-xia¹, LIANG Li-ya¹

(1. Food Science and Biological Engineering Department, Tianjin Agricultural University, Tianjin Engineering and Technology Research Center of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384; 2. Sino-French Joint-Venture Dynasty Winery Ltd., Tianjin 300402)

银杏葡萄酒澄清工艺试验

张国栋¹, 李旭东¹, 杨琴¹, 郭爱明¹, 胡博然²

(1. 江西农业工程职业学院, 江西 宜春 331200; 2. 扬州大学 食品科学与工程学院, 江苏 扬州 225009)

摘 要:采用单因素试验, 使用复合澄清剂、酪蛋白、PVPP、明胶和蛋清粉对银杏葡萄酒进行澄清处理, 再进行稳定性分析。结果表明: 5 种澄清剂对银杏葡萄酒均有较好的澄清效果, 其中, 蛋清粉 0.06 g/L 以上, 明胶 0.09 g/L 以上时更佳, 澄清后酒样透光度达 80% 以上。稳定性结果表明, 各个澄清剂的每个处理稳定性良好。综合比较, 对银杏葡萄酒澄清效果最佳的为蛋清粉, 加入量 0.09 g/L。

关键词:银杏葡萄酒; 澄清; 稳定性

中图分类号:TS 262.61 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)02-0115-03

葡萄酒酒体澄清透明并具有良好的稳定性, 是保障葡萄酒产品质量和完美外观的最基本要求。澄清下胶是在葡萄酒中加入亲水胶体, 使之与葡萄酒中的胶体物质和单宁、蛋白质以及金属复合物、色素、果胶质等发生絮凝反应, 并将这些物质除去, 使葡萄酒澄清、稳定。因此, 葡萄酒的下胶澄清自然就成了继酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵后至关重要的技术环节^[1]。由于葡萄酒工艺、葡萄品种及品质等条件的差异, 不同的葡萄酒具有不同的胶体性质, 因此, 对于不同的葡萄酒, 需要根据其酒的特性, 必须进行试验而采用针对性的下胶方法^[2]。目前, 在葡萄酒工业中常见的红葡萄酒下胶剂有明胶、蛋清、酪蛋白, 新型下胶剂有 PVPP(交联聚乙烯吡咯烷酮)、复合澄清剂等, 它们特性和下胶原理各异, 在使用时, 使用方法和用量也差异很大^[3-6]。

该研究采用银杏叶提取物和酿酒葡萄共发酵的方法获得一款银杏葡萄酒, 在葡萄酒成熟完毕后, 使用不同的澄清剂对银杏葡萄酒下胶处理, 旨在提高葡萄酒的澄清度和稳定性, 以期对银杏葡萄酒的工业化生产提供

前期试验基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

自制银杏葡萄酒(银杏叶提取物与赤霞珠葡萄共发酵, 小罐酿造而成, 银杏叶提取物加入量 500 mg/L); 单宁, 上海精化研究所; 蛋清、酪蛋白等澄清剂采购自上海杰兔工贸。

紫外分光光度计(UV-2401), 日本岛津; 恒温培养箱, 上海飞跃医疗器械; 电子天平(BS210S), 塞多利斯北京。

1.2 试验方法

1.2.1 银杏葡萄酒澄清处理工艺试验 以所确定最佳银杏叶提取物加入量的葡萄酒进行澄清处理, 共选用 5 个比较常用的澄清剂, 每个澄清剂使用量分为 4 个梯度, 见表 1。

表 1 澄清剂及其用量

澄清剂	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4
复合澄清剂/(g·L ⁻¹)	0.10	0.15	0.20	0.15
酪蛋白/(g·L ⁻¹)	0.10	0.20	0.30	0.40
蛋清粉/(g·L ⁻¹)	0.06	0.07	0.08	0.09
PVPP/(g·L ⁻¹)	0.10	0.20	0.30	0.40
明胶/(g·L ⁻¹)	0.06	0.09	0.12	0.15

第一作者简介:张国栋(1982-), 男, 江西樟树人, 硕士, 讲师, 研究方向为食品生物化学。E-mail: guodong1997@163.com.

收稿日期:2014-11-04

Abstract: Taking grape of 'Muscat Hamburg' as material, different amounts of furfural, different adding time of furfural and different fermentation temperatures were studied by determining alcohol content, residue sugar, total acid, volatile acid and stability of the wines. The results showed that the influence of furfural on alcohol content were significantly, but those on residue sugar, total acids were not obvious. The optimal conditions of brewing the low alcohol dry wine were adding furfural 60 mg/L in the middle of exponential growth phase and fermenting at 20°C. The dry white wine had lower alcohol content 7.12% (v/v), higher stability, and it was fresh, fruity and easy drinking.

Keywords: wine; furfural; low alcohol; inhibitor