

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2015.06.005

文章编号:2095-6002(2015)06-0024-07

引用格式:程仕伟,解卫海,栾丽英,等.霞多丽葡萄自然发酵醪中酿酒酵母的分离及其酿造特性分析[J].食品科学技术学报,2015,33(6):24-30.



CHENG Shiwei, XIE Weihai, LUAN Liying, et al. Study on screening and brewing characters of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* in spontaneous fermentation process of Chardonnay grapes[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 33(6):24-30.

## 霞多丽葡萄自然发酵醪中酿酒酵母的分离及其酿造特性分析

程仕伟<sup>1</sup>, 解卫海<sup>1</sup>, 栾丽英<sup>1</sup>, 于英<sup>2</sup>, 李记明<sup>2</sup>, 赵玉平<sup>3</sup>

(1. 鲁东大学 生命科学学院, 山东 烟台 264025;

2. 烟台张裕集团有限公司/山东省葡萄酒微生物发酵技术重点实验室, 山东 烟台 265709;

3. 烟台大学 生命科学学院, 山东 烟台 264005)

**摘要:**以烟台地区霞多丽葡萄自然发酵醪为材料,筛选鉴定本土酿酒酵母并测定其发酵力和耐受性,选育优良酵母用于霞多丽干白和赤霞珠干红葡萄酒的酿造。用孟加拉红培养基筛选酵母菌,经WL显色鉴别培养基和5.8S ITS序列鉴定获得12株酿酒酵母。通过测定受试菌株发酵后残糖量、酒精度及耐受能力(酒精度、SO<sub>2</sub>、酸、高糖),选育4株酵母用于酿造霞多丽干白葡萄酒,测定发酵参数指标和主要挥发物含量,并结合感官评定确定酵母YXF2、YXF5和YXF10适宜酿造干白葡萄酒。菌株YXF5和YXF10酿造生产的干红葡萄酒香气特征明显,不同于商品酵母,具备酿造地域特色葡萄酒的潜力。

**关键词:**本土酿酒酵母;酿造特性;霞多丽;葡萄酒

**中图分类号:**TS261.1;TS262.6

**文献标志码:**A

酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)是葡萄酒酿造中起主导作用的微生物,直接影响葡萄酒的产量、质量和经济性<sup>[1]</sup>。葡萄酒中重要的香气组分如挥发酸、酯类、高级醇等的组成与含量比例都与酵母菌有密切关系。不同酿酒酵母的特性和代谢途径存在差异,代谢物也不尽相同,因此作用于葡萄原料中香气物质前体生成的发酵香气差异较大,生产的葡萄酒呈现不同的风味特征,从而形成葡萄酒特色<sup>[2-4]</sup>。

具有优良特性的本土酿酒酵母的筛选与应用对于开发地域特色的葡萄酒具有重要意义,近年来在该方面的研究也广受重视。如Settanni等<sup>[5]</sup>对西西里岛马沙拉酒区格里洛葡萄的酵母多样性进行研究,获得了具有应用潜力的3株本土酿酒酵母;

Capece等<sup>[6]</sup>自黑达沃拉葡萄自然发酵醪中筛选获得2株优良特性的本土酿酒酵母。我国葡萄酒产业目前一个突出问题是多数厂家为保证产品质量稳定,大量使用进口的活性酿酒酵母,导致葡萄酒品质同质化严重,在很大程度上降低了本土酿酒酵母对葡萄酒香气的贡献,缺乏拥有核心竞争力的地域特色葡萄酒品种<sup>[7-8]</sup>,因此,加大葡萄酒酿造所需的本土酵母菌种的选育研究迫在眉睫。

烟台是中国葡萄酒的发祥地,也是中国最大的葡萄酒生产基地,处于与法国波尔多葡萄酒产区同纬度的北纬37.5度附近,三面环海,气候温和,加上丘陵低山的沙质土壤,具备海岸葡萄酒“阳光、沙砾和海洋”的三大要素。霞多丽葡萄原产自法国勃艮

收稿日期:2015-09-01

基金项目:中国博士后科学基金项目(2013M531646);山东省博士后创新项目专项(201303009);烟台市科技发展计划项目(2014LGS010)。

作者简介:程仕伟,男,博士后,主要从事微生物工程方面的研究。

第,于1951年引入中国,并在烟台葡萄酒产区广有栽培,长期种植历史使得选育独特的本土酿酒酵母成为可能。本文通过筛选烟台霞多丽葡萄酒自然发酵醪中的酿酒酵母,研究其发酵特性并进行葡萄酒酿造,以期获得优良的本土应用酵母。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

霞多丽酿酒葡萄采摘自张裕公司烟台地区的龙口和莱州两大种植基地,商品酿酒酵母CY3079和RHST分别购自Laffort公司和Lallemand公司,所用试剂均为分析纯或生物纯。

### 1.2 酿酒酵母的筛选鉴定

新采摘的霞多丽酿酒葡萄,在洁净间破碎并装入1 L事先灭菌的三角烧瓶并用8层无菌纱布封口,按60 mg/L添加SO<sub>2</sub>后混合均匀。在28℃下自然发酵3 d后,取样并稀释涂布孟加拉红培养基平板,28℃下培养2~3 d至长出单菌落。挑取部分单菌落转接WL培养基平板,28℃下培养5 d后观察菌落形态,并结合5.8 S ITS序列的菌特征确定其菌属<sup>[9]</sup>。

### 1.3 发酵力测定

筛选的酿酒酵母经活化培养基活化20 h,接种环蘸取菌种入10 mL灭菌的发酵培养基,以商品化酵母D254为对照,28℃培养6 d后测定还原糖和酒精度<sup>[10]</sup>。

### 1.4 耐受能力测定

在内加杜氏管的装有10 mL发酵培养基的试管中,添加乙醇、柠檬酸、SO<sub>2</sub>和葡糖糖至不同终浓度,接种已活化的菌液一环,以商品化酵母D254为对照,28℃培养并定期记录结果。依据杜氏管充满CO<sub>2</sub>气体所需的时间来判定酿酒酵母的耐受能力<sup>[11]</sup>。

### 1.5 霞多丽干白葡萄酒的酿制

供试酿酒酵母经活化培养基活化20 h后,在8℃和10 000 r/min下离心5 min收集菌体,加无菌水混旋后离心洗涤2次,收集菌体备用。pH值为6.5的活化培养基(g/L):葡萄糖20,蛋白胨20,酵母粉10。

破碎压榨后的霞多丽葡萄酒(糖度207 g/L)装入10 L发酵容器中,装液量为7 L,添加SO<sub>2</sub>至终浓度为60 mg/L,按照10%接种量接入本土酿酒酵母活化菌种(活化培养基体积计),定期称重并用糖度计检测发酵程度。发酵终止后收集葡萄酒,分析检测。

### 1.6 赤霞珠干红葡萄酒的酿制

赤霞珠葡萄(糖度205 g/L)破碎除梗装入20 L

发酵容器中,装液量为14 L,添加SO<sub>2</sub>至终浓度为60 mg/L,接入按照1.5中步骤活化的酿酒酵母菌种,定期称重并用糖度计检测发酵程度。发酵终止后倒瓶去皮渣,取样分析检测。

### 1.7 葡萄酒指标分析方法

酒度、总酸、挥发酸、pH值和残糖量采用葡萄酒分析仪(WineScan™)测定。紫外分光光度计法测定花色苷、总酚、色度和单宁含量<sup>[12]</sup>,其中,采用pH示差法测定花色苷含量,A<sub>280</sub>测定总酚<sup>[13]</sup>,Folir-Denis法测定单宁,三波长(420,520,620 nm)吸光值相加法测定色度。甘油含量采用高效液相色谱法测定:Shim-pack CLC色谱柱,折光指数检测器,75%乙腈和25%水,2 mL/min,进样量20 μL。主要挥发物总量采用气相色谱测定:氢火焰离子化检测器,Varian CP3800,CP-WAX57CB型色谱柱<sup>[14]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 酿酒酵母的筛选与鉴定结果

霞多丽自然发酵醪稀释涂布孟加拉红培养基,随机挑取长出的单菌落转接WL培养基平板,在28℃下培养5 d的菌落形态,见图1。筛选的12株酵

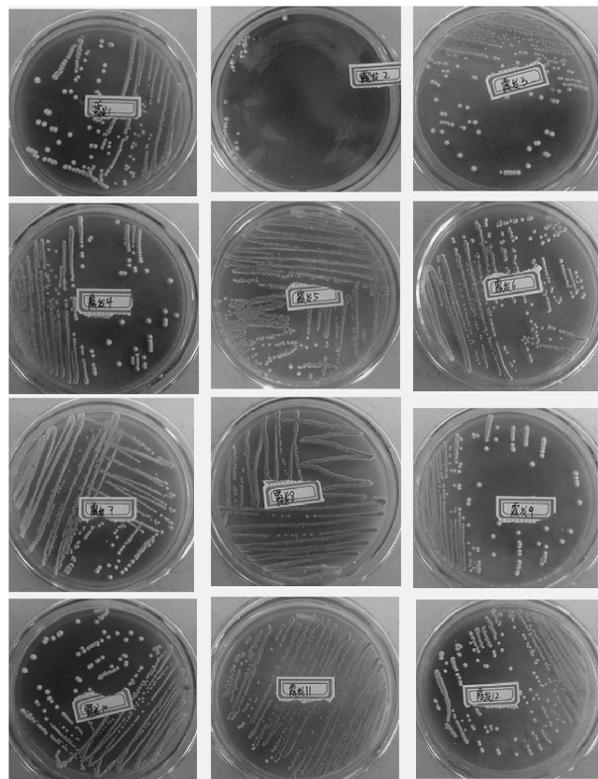


图1 本土酵母在WL培养基上的生长形态

Fig.1 Growth configuration of indigenous yeast in WL medium

母菌在 WL 培养基上均呈奶油色且稍带绿色、不透明、表面光滑,呈现典型酿酒酵母的形态特征<sup>[15]</sup>。

为进一步验证结果准确性,随机选取 2 株酵母菌(YXF1 和 YXF9)进行 5.8 S ITS 序列鉴定,在 Genbank 上序列比对,与 *Saccharomyces cerevisiae*

(KP768464.1、KF441744.1 和 KP204934.1) 同源性达 97% 以上,并利用 MEGA6.06 构建系统发育树(图 2),确定为酿酒酵母。综上判定筛选的酵母菌株为酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)。

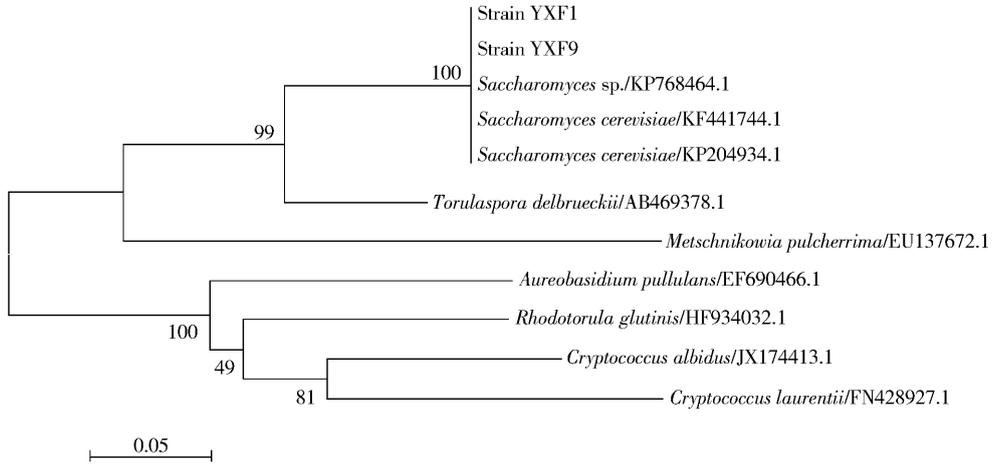


图 2 系统进化树的同源性比较

Fig. 2 Homology comparison with phylogenetic tree

## 2.2 酿酒酵母发酵力的比较

采用发酵培养基(200 g/L 葡萄糖,20 g/L 蛋白胨,10 g/L 酵母粉,pH 值 6.5),发酵 6 d 后的酿酒酵母发酵力比较结果如图 3。与商品酿酒酵母 D254 比较,本土酿酒酵母 YXF1、YXF2、YXF5、YXF9、YXF10 和 YXF12 的发酵能力较好,发酵后的酒精度均高于或接近 D254 的发酵值,故作为耐受能力的研究菌株,而其余酵母的发酵效果较差。所有酵母菌株发酵后的残糖量均未达到干酒的标准( $\leq 4$  g/L),原因可能是发酵培养基组分中碳氮源较丰富,且与葡萄汁原料组分差异较大所致<sup>[10]</sup>。

## 2.3 酿酒酵母耐受能力的比较

初始发酵培养基:200 g/L 葡萄糖,20 g/L 蛋白胨,10 g/L 酵母粉,pH 值为 6.5。对受试菌株的酒精耐受能力,SO<sub>2</sub> 耐受能力、耐酸能力、耐高糖能力进行比较,结果见图 4。在 10%、13%、16% 和 19% 的酒精度下,测定酿酒酵母对酒精的耐受能力,结果见图 4(a)。图 4(a)表明,发酵培养基中的乙醇浓度对酿酒酵母的起酵速度影响明显,在较低浓度下均能够正常发酵,其中在 10% 和 13% 乙醇体积分数下杜氏管中充满 CO<sub>2</sub> 气体的时间均未超过 24 h。随着酒精度增加,杜氏管中充满 CO<sub>2</sub> 气体的时间相应延长,且供试酵母与商品酵母 D254 对酒精度的响应类似。在 19% 酒精度下,酵母起酵速率较慢,部分菌株甚至超过 60 h(YXF1 和 YXF12)。鉴于工业化葡萄酒酿造过程中酒精体积分数一般为 12%<sup>[9]</sup>,因此供试酵母均能够满足酿造要求。

在 60,100,150,200 mg/L 的 SO<sub>2</sub> 终浓度下测定受试菌株耐受 SO<sub>2</sub> 的能力,结果见图 4(b)。由图 4(b)可以看出,选用的酿酒酵母菌株耐受 SO<sub>2</sub> 的能力较好,在不同浓度梯度下的起酵速度均较快,气体充满杜氏管的时间差异不显著且均未超过 20 h,因此起酵速率与 SO<sub>2</sub> 的浓度梯度没有必然的关系。个别菌株如 YXF1、YXF2、YXF9、YXF10 和 YXF12 在高 SO<sub>2</sub> 的浓度下起酵速率高于低浓度组,原因可能是一定

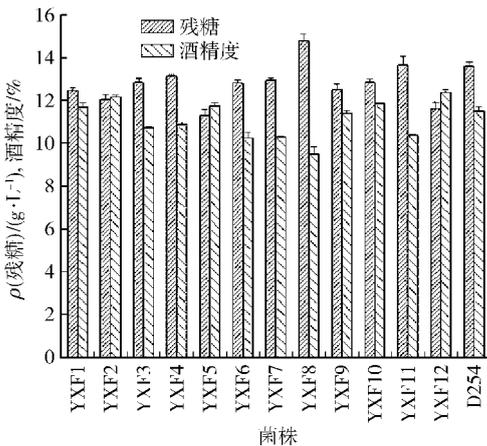


图 3 发酵液中的残糖量与酒精度比较结果

Fig. 3 Amount of residual sugar and alcohol in broth

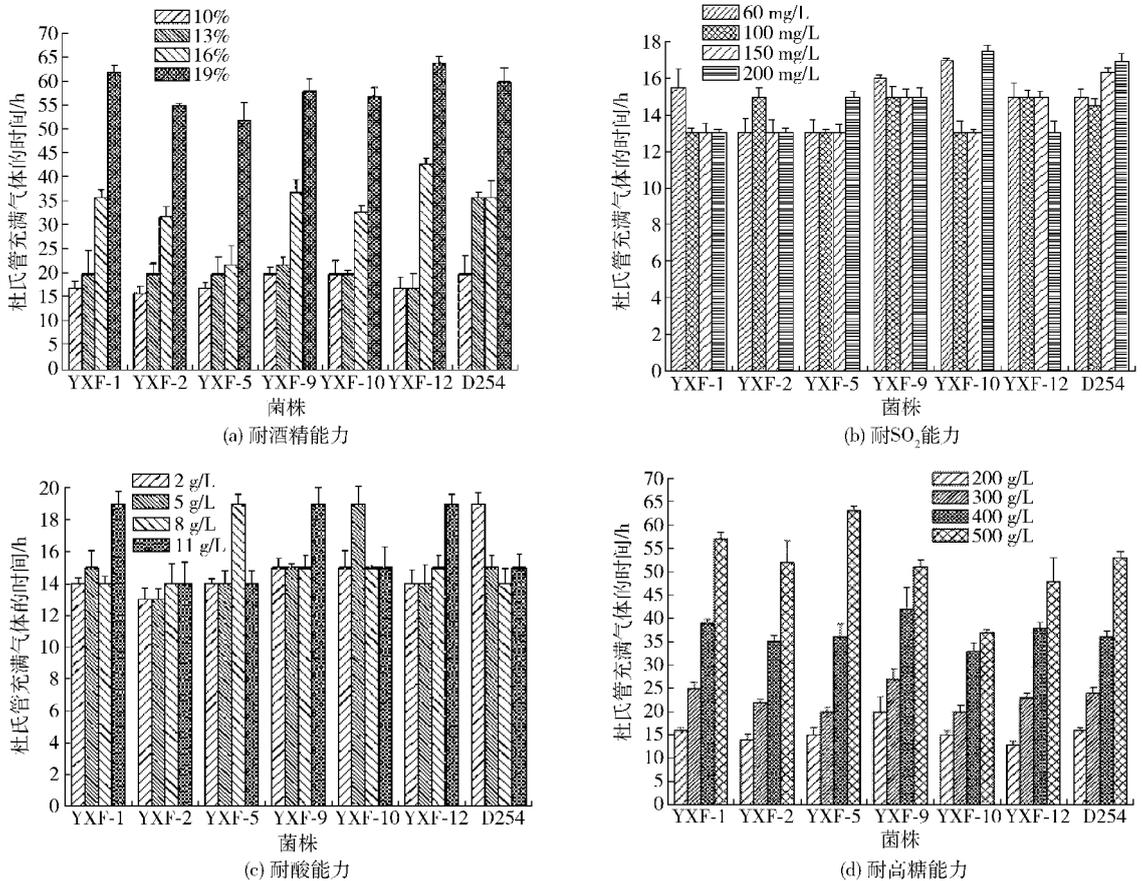


图4 受试菌株的耐受能力比较结果

Fig. 4 Results of tolerance for *saccharomyces cerevisiae*

浓度 SO<sub>2</sub> 的存在对酿酒酵母的生长具有刺激作用。

在 2, 5, 8, 11 g/L 的柠檬酸浓度梯度下测定受试菌株的耐酸能力, 结果见图 4(c)。由图 4(c) 可以看出, 供试菌株的耐酸能力存在一定差异, 其中 YXF2 菌株对柠檬酸浓度不敏感, 其余菌株部分出现高浓度酸条件下发酵时间延长现象, 但各供试菌株能够正常起酵, 且气体充满杜氏管的时间均未超过 20 h。与耐受 SO<sub>2</sub> 能力的研究数据类似, 在高浓度酸(如 11 g/L)条件下, 供试酵母 YXF5 和 YXF10 的起酵速率高于低浓度组, 原因可能是一定浓度有机酸的存在对酿酒酵母的生长具有积极影响。

在 200, 300, 400, 500 g/L 的葡萄糖浓度下测定受试菌株耐受高糖的能力, 结果如图 4(d)。由图 4(d) 可以看出, 酿酒酵母 YXF10 的高糖耐受性最好, 在各葡萄糖浓度梯度下均优于商业酿酒酵母 D254, 按耐受能力大小排列依次是 YXF10、YXF12、YXF2、YXF9、YXF1 和 YXF5。供试菌株的耐受高糖能力虽有一定差异, 发酵总体趋势是随着糖浓度增加发酵时间相应延长, 但均能够完成正常起酵。

## 2.4 酿制的干白葡萄酒的特性分析

根据酿酒酵母发酵力和耐受能力的比较结果, 选取 YXF1、YXF5、YXF10 和 YXF12 进行霞多丽干白葡萄酒的酿造实验。以干白葡萄酒酿造过程中常用的进口商品酵母 RHST 和 CY3079 作为对照, 其发酵参数指标见表 1, 主要挥发物数据分析见表 2。

由表 1 可以看出, 选用的本土酿酒酵母发酵酒样的酒度、总酸、挥发酸和 pH 值与商品酵母 RHST 及 CY3079 差异均不显著, 达到酿造指标的要求。所有酒样的残糖量均在 4 g/L 以下, 达到干酒标准, 其中 YXF2 的酒样残糖量为 2.34 g/L, 与商品酵母差异极显著。一定量甘油含量对葡萄酒的感官品质具有正影响, 增加口感复杂性, 平衡酒中的酸感。供试酵母的发酵酒样中以 YXF5 的甘油含量最高 (6.06 g/L), 而 YXF2、YXF10 与 YXF12 的酒样中甘油含量略低且处于同一水平, 高于 CY3079 而低于 RHST 的酒样(表 1)。

葡萄酒中一定量的主要挥发物能赋予酒样协调性香气、醇厚丰满的口感, 增加酒样的风格典型

性<sup>[16]</sup>,挥发物质量浓度为80~540 mg/L时对葡萄酒具有积极影响。超过此范围,如挥发物含量过多会产生异味且对饮用者产生健康危害,而含量过少时导致酒体欠丰满<sup>[17]</sup>。供试酵母发酵酒样的主要挥发物总量均小于540 mg/L,对葡萄酒的香气具有积极作用,其中YXF2、YXF5的酒样主要挥发物总量分别

为402.16,399.46 mg/L,接近400 mg/L的最佳含量值,对香气的协调性贡献较好,其次为YXF10(367.00 mg/L)和YXF12(449.24 mg/L),所有供试酵母的主要挥发物总量均居于商品酵母RHST(422.18 mg/L)和CY3079(346.28 mg/L)之间,呈现风格典型性(表2)。

表1 干白葡萄酒的发酵参数指标

Tab.1 Fermentation parameters of dry white wine

g·L<sup>-1</sup>

测定指标	选用酵母					
	YXF2	YXF5	YXF10	YXF12	RHST	CY3079
酒度/%	10.27 ± 0.17	10.50 ± 0.05	10.50 ± 0.08	10.41 ± 0.26	10.26 ± 0.53	10.38 ± 0.39
ρ(总酸)	6.15 ± 0.03	5.92 ± 0.05	6.01 ± 0.06	6.00 ± 0.04	6.18 ± 0.09	6.08 ± 0.04
ρ(挥发酸)	0.42 ± 0.02	0.43 ± 0.01	0.43 ± 0.06	0.52 ± 0.05	0.44 ± 0.04	0.43 ± 0.08
pH	3.66 ± 0.07	3.65 ± 0.02	3.63 ± 0.04	3.57 ± 0.08	3.61 ± 0.06	3.64 ± 0.07
ρ(残糖)	2.34 ± 0.03 <sup>a*b*</sup>	2.71 ± 0.06	2.73 ± 0.01	2.84 ± 0.05	2.90 ± 0.05	2.75 ± 0.03
ρ(甘油)	4.52 ± 0.01 <sup>a*b*</sup>	6.06 ± 0.04 <sup>b*</sup>	4.40 ± 0.06 <sup>a*b*</sup>	4.72 ± 0.08 <sup>a*b*</sup>	6.20 ± 0.07	3.81 ± 0.09

a 为供试组与 RHST 差异显著( $p < 0.05$ ); b 为供试组与 CY3079 差异显著( $p < 0.05$ ); \* 为极显著( $p < 0.01$ )

表2 干白葡萄酒的主要挥发物分析结果

Tab.2 Analysis results of volatiles in dry white wine

mg·L<sup>-1</sup>

测定指标	选用酵母					
	YXF2	YXF5	YXF10	YXF12	RHST	CY3079
ρ(乙醛)	84.67 ± 2.02 <sup>a*b*</sup>	119.43 ± 3.51 <sup>a*b*</sup>	101.55 ± 6.20 <sup>a*b*</sup>	106.39 ± 2.75 <sup>a*b*</sup>	92.31 ± 7.36	73.26 ± 3.19
ρ(乙酸乙酯)	52.78 ± 1.46 <sup>a*b*</sup>	49.89 ± 2.13 <sup>a*b*</sup>	48.20 ± 0.67 <sup>b*</sup>	46.83 ± 1.39 <sup>b</sup>	46.63 ± 2.52	43.89 ± 2.85
ρ(正丙醇)	31.86 ± 0.58 <sup>a*b*</sup>	28.72 ± 1.21 <sup>b*</sup>	29.79 ± 1.45 <sup>ab*</sup>	32.73 ± 0.74 <sup>a*b*</sup>	26.98 ± 1.57	24.12 ± 1.89
ρ(异丁醇)	31.93 ± 2.02 <sup>a*b*</sup>	28.24 ± 0.37 <sup>a*</sup>	30.12 ± 1.53 <sup>a*b</sup>	26.68 ± 0.69 <sup>a*</sup>	48.06 ± 3.49	27.40 ± 1.65
ρ(活性戊醇)	15.62 ± 0.18 <sup>a*</sup>	16.11 ± 0.09 <sup>a*</sup>	15.23 ± 0.58 <sup>a*</sup>	14.42 ± 0.16 <sup>a*b</sup>	20.82 ± 3.05	15.37 ± 1.31
ρ(异戊醇)	111.85 ± 1.01 <sup>a*b*</sup>	111.29 ± 0.94 <sup>a*b*</sup>	104.15 ± 0.80 <sup>a*b*</sup>	104.55 ± 0.51 <sup>a*b*</sup>	117.81 ± 4.38	99.17 ± 3.64
ρ(糠醛)	73.45 ± 0.75 <sup>a*b*</sup>	45.78 ± 0.96 <sup>a*b*</sup>	37.96 ± 0.25 <sup>a*b*</sup>	117.64 ± 1.36 <sup>a*b*</sup>	69.57 ± 2.72	63.07 ± 1.95

a 为供试组与 RHST 差异显著( $p < 0.05$ ); b 为供试组与 CY3079 差异显著( $p < 0.05$ ); \* 为极显著( $p < 0.01$ )

由表2还可以看出,主要挥发物的特定指标含量差异较大,供试酵母的酒样乙醛含量与商品酵母的差异极显著( $p < 0.01$ ),且乙酸乙酯、正丙醇含量均高于商品酵母的发酵酒样。对于异丁醇、活性戊醇、异戊醇和糠醛的含量而言,各酵母菌株之间也存在明显不同,如YXF12的酒样糠醛含量高达117.64 mg/L,而正丙醇含量在供试酵母中以YXF2最高(31.86 mg/L)。特定指标含量的差异可能造成葡萄酒香气和风味的不同,进而呈现独特的葡萄酒风格特征。

从外观、香气和口感三个方面,由9名从事葡萄酒研究多年的专家对酿制的酒样进行感官测评,认

为YXF5、YXF10和YXF2发酵的酒体质量协调,香气浓郁,不同于商品酵母RHST和CY3079的发酵酒样,而YXF12发酵的酒样略差。

## 2.5 酿制的干红葡萄酒的特性分析

依据霞多丽干白葡萄酒的酿造结果,选取YXF1、YXF5和YXF10进行赤霞珠干红葡萄酒的酿造。以干红葡萄酒酿造中常用的商品酵母D254和RC212作为对照,测定的酒样指标见表3。由表3可以看出,供试组的酒度与商品酵母组差异不显著,而总酸和挥发酸与商品酵母组存在一定差异,但是均达到干红葡萄酒的酿造指标要求。所有酒样的残糖量均在4 g/L以下,达到干红葡萄酒要求。

表3 干红葡萄酒的发酵参数指标  
Tab.3 Fermentation parameters of dry red wine

测定指标	选用的酵母				
	YXF2	YXF5	YXF10	D254	RC212
酒度/%	10.7 ± 0.12	9.4 ± 0.15	10.6 ± 0.08	9.7 ± 0.04	10.4 ± 0.09
$\rho$ (总酸)/(g·L <sup>-1</sup> )	8.1 ± 0.04 <sup>a*</sup>	8.15 ± 0.05 <sup>a*</sup>	8.29 ± 0.07 <sup>a*</sup>	7.55 ± 0.06	8.18 ± 0.07
$\rho$ (挥发酸)/(g·L <sup>-1</sup> )	0.63 ± 0.01 <sup>a*</sup>	0.51 ± 0.02 <sup>b*</sup>	0.52 ± 0.01 <sup>b*</sup>	0.47 ± 0.01	0.63 ± 0.01
$\rho$ (残糖)/(g·L <sup>-1</sup> )	3.91 ± 0.01 <sup>a*</sup>	3.67 ± 0.01 <sup>b*</sup>	3.71 ± 0.01 <sup>b*</sup>	3.73 ± 0.01	3.88 ± 0.05
色度	8.36 ± 0.03 <sup>a* b*</sup>	10.72 ± 0.01 <sup>a* b</sup>	10.30 ± 0.02 <sup>a*</sup>	11.33 ± 0.03	10.46 ± 0.01
$\rho$ (总酚)/(mg·L <sup>-1</sup> )	807.24 ± 3.27 <sup>a* b*</sup>	866.6 ± 2.61 <sup>a*</sup>	935.76 ± 3.54 <sup>b*</sup>	947.52 ± 8.41	865.48 ± 5.88
$\rho$ (单宁)/(mg·L <sup>-1</sup> )	967.25 ± 5.19 <sup>a*</sup>	1 015.72 ± 7.45 <sup>a* b*</sup>	1 102.18 ± 8.62 <sup>a* b*</sup>	1 038.21 ± 9.54	961.35 ± 6.47
$\rho$ (花色苷)/(mg·L <sup>-1</sup> )	281.81 ± 6.11 <sup>a* b*</sup>	330.33 ± 6.57 <sup>a*</sup>	327.00 ± 3.96 <sup>a*</sup>	359.42 ± 2.48	330.64 ± 4.63

a 为供试组与 RHST 差异显著( $p < 0.05$ ); b 为供试组与 CY3079 差异显著( $p < 0.05$ ); \* 为极显著( $p < 0.01$ )

葡萄酒中一定量的单宁能使酒体结构稳定,多酚具有强抗氧化作用,而花色苷具有清除体内自由基及抗氧化作用,因此单宁、总酚和花色苷含量是干红葡萄酒的重要评价指标<sup>[18-19]</sup>。商品酵母 D254 的发酵酒样在单宁、总酚和花色苷这 3 个指标的评价中最为突出,本土酵母 YXF5 和 YXF10 的酒样指标含量多数介于 D254 和 RC212 之间,而 YXF2 的酒样除单宁含量略高于 RC212 外,色度、总酚和花色苷均显著低于商品酵母组( $p < 0.01$ )。

经 9 名从事葡萄酒研究多年的专家进行感官测评,从外观、香气和口感三个方面都一致判定 YXF5 和 YXF10 酿造生产的赤霞珠干红葡萄酒呈典型香气特征,口感圆润,不同于商品酵母 D254 和 RC212 的发酵酒样,而 YXF2 的酒样略显寡淡。

### 3 结 论

自烟台地区霞多丽葡萄自然发酵醪液中筛选鉴定获得 12 株酿酒酵母,经发酵力和耐受能力的结果分析,选定 4 株本土酿酒酵母(YXF2、YXF5、YXF10 和 YGF12)用于霞多丽干白葡萄酒的酿造。通过分析干白葡萄酒的发酵参数和主要挥发物指标含量,并结合专家的感官评定,确定酵母 YXF2、YXF5 和 YXF10 适宜酿造干白葡萄酒。以商品酵母 D254 和 RC212 为对照组,本土酵母 YGF2、YGF5 和 YGF10 为供试组,进行赤霞珠干红葡萄酒酿造,结果表明 YXF5 和 YXF10 酿造生产的干红葡萄酒呈典型香气特征,不同于商品酵母。本研究工作可为建立烟台地区特色葡萄酒的技术与标准体系提供数据支撑。

### 参考文献:

- [1] Sipiczki M. Diversity, variability and fast adaptive evolution of the wine yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) genome; a review[J]. *Annals of Microbiology*, 2011, 61: 85–93.
- [2] Tapsoba F, Legras J L, Savadogo A, et al. Diversity of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from *Borassus akassii* palm wines from Burkina Faso in comparison to other African beverages [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2015, 211: 128–133.
- [3] Del Barrio-Galán R, Cúceres-Mella A, Medel-Marabolí M, et al. Effect of selected *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains and different aging techniques on the polysaccharide and polyphenolic composition and sensorial characteristics of Cabernet Sauvignon red wines [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2015, 95(10): 2132–2144.
- [4] Pretorius I S, Peter B H J. Grape and wine biotechnology: challenges, opportunities and potential benefits [J]. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2008, 11(2): 83–108.
- [5] Settanni L, Sannino C, Francesca N, et al. Yeast ecology of vineyards within Marsala wine area (western Sicily) in two consecutive vintages and selection of autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* strains [J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2012, 114(6): 606–614.
- [6] Capece A, Romaniello R, Siesto G, et al. Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains for Nero d'Avola wine and evaluation of selected starter implantation in pilot fermentation [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2010, 144: 187–192.
- [7] 汤晓宏, 胡文效. 葡萄酒酵母研究进展[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2012(5): 53–57.

- [8] 赵静静, 李艳. 沙城产区酿酒酵母多样性研究[J]. 食品科学, 2012, 33(5): 224-228.
- [9] 程仕伟, 韩鹏, 赵慧, 等. 赤霞珠葡萄自然发酵过程中的酿酒酵母筛选及其发酵特性[J]. 酿酒科技, 2015, 249(3): 16-19.
- [10] 韩鹏, 程仕伟, 姜文广, 等. 蛇龙珠葡萄(烟台产区)自然发酵醪中选育的酿酒酵母发酵特性研究[J]. 中国酿造, 2014, 33(11): 37-40.
- [11] 程仕伟, 李林林, 缪静, 等. 分离自烟台白玉霓种植园的酿酒酵母发酵特性研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(8): 40-46.
- [12] Hosu A, Cristea V M, Cimpoiu C. Analysis of total phenolic, flavonoids, anthocyanins and tannins content in Romanian red wines: prediction of antioxidant activities and classification of wines using artificial neural networks[J]. Food Chemistry, 2014, 150: 113-118.
- [13] Harbertson J F, Spayd S. Measuring phenolics in the Winery [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2006, 57(3): 280-288.
- [14] Soares R D, Welke J E, Nicolli K P, et al. Monitoring the evolution of volatile compounds using gas chromatography during the stages of production of Moscatel sparkling wine [J]. Food Chemistry, 2015, 183: 291-304.
- [15] 杨莹, 徐艳文, 薛军侠. WL营养琼脂对葡萄酒相关酵母的鉴定效果验证[J]. 微生物学杂志, 2007, 27(5): 75-78.
- [16] Villamor R R, Ross C F. Wine matrix compounds affect perception of wine aromas [J]. Annual Review of Food Science and Technology, 2013(4): 1-20.
- [17] Silva I, Campos F M, Hogg T. Wine phenolic compounds influence the production of volatile phenols by wine-related lactic acid bacteria [J]. Journal of Applied Microbiology, 2011, 111(2): 360-370.
- [18] Siah S, Konczak I, Wood J A, et al. Effects of roasting on phenolic composition and *in vitro* antioxidant capacity of Australian grown faba beans (*Vicia faba* L.) [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2014, 69(1): 85-91.
- [19] Casassa L F, Bolcato E A, Sari S E. Chemical, chromatic, and sensory attributes of 6 red wines produced with prefermentative cold soak [J]. Food Chemistry, 2015, 174: 110-118.

## Study on Screening and Brewing Characters of Indigenous *Saccharomyces cerevisiae* in Spontaneous Fermentation Process of Chardonnay Grapes

CHENG Shiwei<sup>1</sup>, XIE Weihai<sup>1</sup>, LUAN Liying<sup>1</sup>, YU Ying<sup>2</sup>, LI Jiming<sup>2</sup>, ZHAO Yuping<sup>3</sup>

(1. School of Life Sciences, Ludong University, Yantai 264025, China;

2. Shandong Grape Wine Microbial Fermentation Technology Key Laboratory/Changyu Group Co. Ltd, Yantai 265709, China; 3. School of Life Sciences, Yantai University, Yantai 264005, China)

**Abstract:** Indigenous *Saccharomyces cerevisiae* was screened from spontaneous fermentation process of Chardonnay grapes (Yantai region), and then eminent *Saccharomyces cerevisiae* was used to produce Chardonnay Veneto and Cabernet Sauvignon after determined their fermenting property and tolerance ability. Twelve of *Saccharomyces scerevisiae* were screened with Rose Bengal medium, and identified with the method of WL medium and 5.8S ITS. Four of indigenous *Saccharomyces scerevisiae* were used to produce Chardonnay wine after determined the fermenting capacity and tolerance of alcohol, SO<sub>2</sub>, organic acid, and high concentration glucose. Based on the fermentation parameter, main volatile, and sensory evaluation, YXF2, YXF5, and YXF10 may be suited for the dry white wine production. Dry red wine that were produced with the yeast strains of YXF5 and YXF10 had obvious characteristics of pleasing aroma compared with the commercial yeast, which had potential production applications for the wine with local features.

**Key words:** indigenous *Saccharomyces cerevisiae*; fermentation characteristics; Chardonnay; grape wine

(责任编辑:叶红波)