

高富硒酵母菌诱变选育研究

曾礼华¹, 马平美¹, 李维^{*1}, 黄崇波², 张纯²,
陈贵英¹, 葛方兰¹, 唐凌², 邝声耀²

(1. 四川师范大学 生命科学学院, 四川 成都 610061; 2. 四川省畜科饲料有限公司, 四川 成都 610066)

摘要: 对 36 株不同来源的酵母菌进行了硒耐受性分析和比较, 获得 1 株硒耐受性和富硒能力较强的热带假丝酵母菌(*Candida tropicalis*)菌株 1254。以该菌株为出发菌株, 进行了亚硝基胍诱变和亚硒酸钠抗性筛选、紫外线诱变和乙硫氨酸抗性筛选等两轮突变和筛选, 获得突变菌株 1254-6-1, 其生物量、总硒含量、有机硒的含量及转化率达到 7.60 g/l、5 626.00 μg/g、4 879.99 μg/g、86.74%, 分别为原始出发菌株的 1.85 倍、7.90 倍、9.35 倍、1.18 倍; 各种氨基酸的含量均高于出发菌株, 其中蛋氨酸和胱氨酸的含量分别是出发株的 135% 和 194.10%。

关键词: 富硒酵母菌; 选育; 有机硒; 蛋氨酸; 胱氨酸

中图分类号: TS 261.11 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2013)10—1085—06

Studies on Breeding of Selenium-Enriched Yeasts

ZENG Li-hua¹, MA Ping-mei¹, LI Wei^{*1}, HUANG Chong-bo², ZHANG Chun²,
CHEN Gui-ying¹, GE Fang-lan¹, TANG Ling², KUANG Sheng-yao²

(1. College of Life Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China; 2. Sichuan Animtech Feed CO., LTD, Chengdu 610066, China)

Abstract: 36 yeast strains were subjected to analysis of Selenium-resistance, and a Selenium-resistant and Selenium-enriched *Candida tropicalis* strain named 1254, was obtained, whose Se content and biomass were 5.48 mg/l and 4.1 g/l, respectively. The strain 1254 was subjected to genetic breeding via N-methy-N-nitro-N-Nitrosoguanidine (NTG) and UV irradiation mutagenesis successively, to screen high Selenium-resistant and ethionie-resistant mutants. As a result, A mutant 1254-6-1 was obtained, and the biomass, total selenium content, organic selenium content and conversion rate of organic selenium increased to 7.60 g/l, 5 626.00 μg/g, 4 879.99 μg/g, 86.74%, much higher than that of the parent strain. Especially, the content of methionine and cystine were increased by 135% and 194.10%.

Keywords: selenium-enriched yeast, breeding, organic-Se, methionine, cystine

收稿日期: 2012-12-05

基金项目: 四川省科技支撑计划项目(2008NZ003); 四川省科技厅应用基础项目(2013JY0087)。

作者简介: 曾礼华(1966—), 女, 四川渠县人, 农学博士, 副教授, 主要从事动物营养研究。E-mail: zenglihu66@hotmail.com

* 通信作者: 李维(1970—), 男, 四川安岳人, 理学博士, 教授, 主要从事微生物遗传学研究。E-mail: weelee201@yahoo.com.cn

世界卫生组织于 1973 年将硒确定为人和动物必需的微量元素, 同年美国 FDA 批准亚硒酸钠和硒酸钠可作为饲料添加剂应用于动物养殖业。近年来, 越来越多的研究揭示和验证了硒的多种生理功能, 主要包括: 抗氧化作用^[1-2], 增强免疫作用与抗病作用^[3-5], 调节机体代谢^[2], 另外, 硒还能增强人和动物的生殖机能^[6-7], 具有抗自由基, 延缓衰老, 拮抗有毒元素等作用^[7]。

由于硒元素具有上述重要的生理功能, 其作为机体必需的营养元素早就引起人们的高度重视^[8-9]。目前, 硒营养强化剂主要有 3 种即无机态亚硒酸钠、有机态硒及富硒酵母, 无机硒和有机硒化合物都能被动物机体吸收, 但是, 由于畜禽对无机硒吸收利用过程中, 无机硒须先进入肝脏, 转化成生物硒后才可被吸收, 因而毒性很大, 而富硒酵母具有吸收性好、安全无毒等优点, 是一种比较理想的硒营养剂^[9], 已被用作营养强化剂应用到各种食品中, 在预防和治疗疾病以及养殖业等方面也有广泛的应用^[8-9]。我国 20 个省市中, 缺硒、贫硒县高达 72%, 全国近 7 亿人口处于缺硒状态, 因此开发高富硒酵母具有重要的意义。

酵母硒是通过酵母自身的代谢活动, 将无机硒在体内转化为与蛋白质和多糖相结合的有机硒, 提高了硒的利用率和安全性^[10]。已有的研究表明, 在酵母体内硒主要以硒代半胱氨酸和硒代蛋氨酸形式存在^[9-10]。硒是硫的类似物, 硒被生物同化吸收是利用 S 的代谢酶作用进入细胞, 取代 S 整合到游离氨基酸和蛋白质中^[9-10], 因而, 无机硒盐离子和无机硫酸酸根离子在吸收同化过程中竞争同一转运系统。

国内已有多篇有关富硒酵母菌选育的报道^[11-13], 但多采用单一诱变剂处理的方法, 难以获得理想的富硒酵母突变菌株。作者利用多种来源的酵母菌, 先通过亚硒酸抗性筛选, 选出硒耐受性和富硒能力强的酵母菌株, 并以此为出发菌株, 经亚硝基胍(NTG)、紫外线复合诱变, 再分别结合亚硒酸抗性、乙硫氨酸抗性筛选, 选育出高产富硒酵母菌株, 旨在为酵母硒的产业化生产提供菌种资源。

1 材料与方法

1.1 菌种来源

由市农产品市场购买到的 8 种食用酵母粉和 3

种酒曲, 作为菌株分离的样品来源。另外, 从中国工业微生物菌种保藏管理中心购买到 10 株食品安全级的酵母菌直接作为供试菌株, 包括: 2 株热带假丝酵母 (*Candida tropicalis*), 2 株酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*), 2 株产朊假丝酵母 (*Candida utilis*), 其余葡萄汁酵母 (*Saccharomyces uvarum*)、异常汉逊酵母 (*Hansenula anomala*)、白球拟酵母 (*Torulopsis candida*)、粟酒裂殖酵母 (*Schizosaccharomyces pombe*) 各 1 株。

1.2 培养基

1.2.1 YEPD 和 YNB 培养基 培养基的配制参照文献^[14-15]的方法, 加 1.8% 的琼脂即成固体培养基;

1.2.2 酵母菌分离培养基 (孟加拉红培养基) 配方 (g/L): 蛋白胨 5 g, 葡萄糖 10 g, 磷酸二氢钾 ($K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$) 1 g, 硫酸镁 ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.5 g, 琼脂 15~20 g, 蒸馏水 1 000 mL, 氯霉素 0.1 g; 上述各成分加入蒸馏水中溶解后, 再加孟加拉红溶液 (1% 水溶液) 3.3 mL。另用少量乙醇溶解氯霉素, 加入培养基中, 分装后, 121 °C 灭菌 20 min;

1.2.3 亚硒酸钠抗性筛选培养基 在 YEPD 培养基中加入一定浓度过滤灭菌的亚硒酸钠溶液;

1.2.4 乙硫氨酸抗性培养基 在 YNB 培养基中加入一定量过滤灭菌的乙硫氨酸溶液。

1.3 试剂

3,3'-二氨基联苯胺(DAB):Fluka 公司产品;亚硝基胍、DL-乙硫氨酸、硒代蛋氨酸标准品:Sigma 公司产品。

1.4 菌种初筛

分别称取食用酵母粉和酒曲样品各 2 g, 加入到 YEPD 液体培养基中, 30 °C, 静置活化 2 h, 梯度稀释, 取 0.2 mL 稀释涂布于酵母菌分离培养基上, 30 °C, 培养 24 h, 挑取单菌落于斜面保存。

1.5 亚硒酸钠抗性复筛

亚硒酸钠溶液过滤除菌后, 加入到灭菌的培养基中, 制备 Se^{4+} 含量分别为 0、10、20、40、60、80、100、120 $\mu g/mL$ 的亚硒酸钠抗性培养基。将分离获得的酵母菌株及购买的 10 株菌活化后, 制作菌悬液, 分别取 0.2 mL 菌悬液, 涂布于上述固体亚硒酸钠抗性培养基上, 30 °C 倒置培养, 48 h 后观察。选出菌落较大, 颜色较浅的酵母菌于斜面培养基进行纯培养。从新鲜斜面上转接于一环菌体于装有 100 mL

发酵培养基的 500 mL 三角瓶中,30 ℃,200 r/min 振荡培养,测其生物量和硒含量,筛选出生物量和硒含量较高的酵母菌株。

1.6 酵母中硒含量的测定

参照文献[14-16],采用 3,3'-二氨基联苯胺比色法测定酵母细胞的总硒含量及无机硒含量,两者之差即为酵母细胞内有机硒的含量。

1.7 菌体生物量的测定

取发酵菌液于 4 000 r/min 离心 10 min,收集菌体,无菌水洗涤 3 次,65 ℃烘干至恒重后,称量即得菌体生物量(g/L)。

1.8 氨基酸成分分析

样品的氨基酸成分委托中国测试技术研究院测定。

1.9 菌种的诱变与筛选

1.9.1 亚硝基胍诱变及亚硒酸钠抗性筛选 取生长至对数期的酵母菌悬液,4 000 r/min 离心,用生理盐水洗涤数次,悬浮于柠檬酸缓冲液,细胞浓度调至 10^7 个/mL,加入 0.5 mL 亚硝基胍溶液,35 ℃振荡处理 1 h,其致死率为 80%。加入生理盐水稀释终止反应,再用生理盐水洗涤数次,悬浮于生理盐水中。取适量上述菌液涂布于 Se^{4+} 含量为 80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的亚硒酸钠抗性平板中,避光培养 48 h。

1.9.2 紫外线诱变及乙硫氨酸抗性筛选 取生长至对数期的酵母菌悬液稀释,涂布于乙硫氨酸质量浓度分别为 0.5、1、1.5、2、2.5、3 g/L 的 YNB 培养基上(每一个浓度梯度设 2 个平行实验组),经 48~72 h 培养后,确定菌株的乙硫氨酸敏感性。

将前述诱变获得的高产菌株培养至对数期,收集细胞,用无菌水稀释成 10^7 个/mL。吸取 6 mL 菌悬液于直径为 9 cm 的无菌平板中,将平皿置于紫外诱变箱中,使无菌平板距离紫外灯管 25 cm 左右,经紫外灯照射 60 s,致死率为 80%。将经上述紫外线诱变处理后的菌液适当稀释,涂布于乙硫氨酸抗性平板上,避光培养 48 h。

2 结果与讨论

2.1 亚硒酸钠抗性菌株筛选

从 8 种食用酵母粉和 3 种酒曲中分离获得 26 株菌株,加上作者所在实验室购买并保存的 10 株酵母菌,共计 36 株。对该 36 株酵母菌进行亚硒酸钠抗性筛选,获得 3 株能在 Se^{4+} 质量浓度为 80 $\mu\text{g}/\text{mL}$

mL 的平板上生长的菌株。研究表明,在 Se^{4+} 质量浓度低于 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的平板上,各个菌株与对照组相比,生长状况无明显差异。 Se^{4+} 质量浓度大于 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,有的菌株生长开始受阻;当 Se^{4+} 质量浓度达到 40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,有 14 株能正常生长;当 Se^{4+} 质量浓度达到 80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,不同酵母菌株生长差异十分明显,36 株供试菌中仅有 3 株能正常生长,它们分别是酿酒酵母 A1-2,热带假丝酵母 1254,产脲假丝酵母 Y-3,当 Se^{4+} 质量浓度高达 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,所有菌株均不能正常生长。对该 3 株菌株分别进行复筛,测定其生物量、总硒质量分数、无机硒质量分数,计算有机硒质量分数及转化率,结果见表 1。

表 1 亚硒酸钠抗性菌株的筛选

Table 1 Screening of sodium selenite-resistant strains

菌株	生物量/(g/L)	质量分数/($\mu\text{g}/\text{g}$)			有机硒转化率/%
		总硒	无机硒	有机硒	
A1-2	3.04	614.73	316.77	297.96	48.47
1254	4.10	712.52	190.53	521.99	73.26
Y-3	2.32	758.15	403.71	354.44	46.75

由表 1 可见,热带假丝酵母菌株 1254 的生物量、有机硒含量及有机硒转化率均最高,分别为 4.1 g/L、521.99 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、73.26%。故选择热带假丝酵母菌株 1254 作为诱变育种的出发菌株。

2.2 亚硝基胍诱变及亚硒酸钠抗性株的筛选

出发菌株热带假丝酵母菌 1254 经亚硝基胍诱变后,涂布亚硒酸钠抗性平板筛选,以菌落大小和颜色特征为指标,挑出菌落较大颜色较浅的菌株,依次编号。将各菌株接种在 Se^{4+} 质量浓度为 80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的液体培养基中进行发酵培养,测定菌株的生物量、总硒量、无机硒质量分数,计算有机硒的质量分数及转化率。共计挑出 12 株菌落较大、颜色较浅的菌株,进行发酵培养,获得总硒质量分数、有机硒质量分数及有机硒转化率均最高的菌株 1254-6,与出发菌株对比如表 2。

表 2 出发菌株 1254 和化学诱变株 1254-6 的生物量及硒质量分数

Table 2 Biomass and selenium content of the parental strain 1254 and mutant 1254-6

菌株	生物量/(g/L)	质量分数/($\mu\text{g}/\text{g}$)			有机硒转化率/%
		总硒	无机硒	有机硒	
出发菌	4.10	712.52	190.53	521.99	73.26
1254-6	3.56	4694.00	663.26	4030.74	85.87

由表 2 可见,与出发菌株 1254 相比,诱变菌株 1254-6 的生物量降低了 13.17%,但诱变菌株 1254-6 的总硒质量分数、有机硒质量分数及有机硒转化率分别是出发菌株 1254 的 6.59 倍、7.72 倍、1.17 倍,故选取菌株 1254-6 作为下一轮诱变育种的材料。

2.3 紫外线诱变及乙硫氨酸抗性菌株筛选结果

2.3.1 乙硫氨酸抗性分析 将菌株 1254-6 活化后稀释,涂布于一定乙硫氨酸浓度梯度的 YNB 培养基上,经 48~72 h 培养后,观察其生长情况。结果显示,与大多数酵母菌相似,该菌株在乙硫氨酸质量浓度为 1.0 g/L 的平板上,不能正常生长。因此选择乙硫氨酸质量浓度为 1.0 g/L 作为诱变抗性的筛选质量浓度。

2.3.2 乙硫氨酸抗性株的筛选 1254-6 菌株经紫外诱变处理,菌悬液稀释涂布于含 1.0 g/L 乙硫氨酸的 YNB 平板上,避光培养 72 h。挑选生长快,菌落较大,颜色较浅的抗性菌株共 37 株,编号为 1254-6-1 到 1254-6-37。将其点样于含乙硫氨酸的平板上,培养 48~72 h,每组设 3 个平行实验组。根据菌落大小及生长情况选取 16 株菌株,在发酵培养集中进行富硒培养,测定菌株的生物量、总硒量、无机硒质量分数,计算有机硒质量分数及转化率。其中菌株 1254-6-1 含硒量最高的,结果如表 3 所示。

表 3 菌株 1254-6-1 生物量及硒质量分数

Table 3 Biomass and selenium content of mutant 1254-6-1

菌种编号	生物量/(g/L)	质量分数/(μg/g)		有机硒转化率/%
		细胞中硒	有机硒	
1254-6-1	7.6	5 626	4 879.99	86.74

由表 3 可见,与菌株 1254-6 相比,菌株 1254-6-1 的生物量、总硒质量分数、有机硒质量分数及有机硒转化率分别提高了 2.13 倍、1.20 倍、1.21 倍、1.01 倍。与原始出发菌株 1254 相比,双抗菌株 1254-6-1 的生物量、总硒质量分数、有机硒质量分数及转化率分别提高 1.85 倍、7.90 倍、9.35 倍、1.18 倍,分别达到 7.60 g/L、5 626.00 μg/g、4 879.99 μg/g、86.74%。

出发菌株 1254 经亚硝基胍诱变处理,显著提高了菌株总硒质量分数、有机硒质量分数及有机硒转化率,但降低了菌株生物量。出发菌株 1254 经亚硝基胍诱变处理后,再采用紫外线诱变处理,结果获得的菌株生物量得以明显提高,总硒质量分数、

有机硒质量分数及有机硒转化率也得以改善。由此可见,采用不同诱变剂处理,可以减少单一诱变剂的负突变,实现正突变的累加,从而提高育种效率。

2.4 突变菌株氨基酸含量分析

利用氨基酸自动分析仪对双抗性株 1254-6-1 与出发株 1254 氨基酸的质量分数进行测定,结果见表 4。

表 4 诱变株 1254-6-1 与出发株 1254 氨基酸质量分数

Table 4 Content of amino acids of mutant 1254-6-1 and the parental strain 1254

氨基酸名称	菌株		相对质量分数/%
	1254	1254-6-1	
天门冬氨酸	3.57	3.94	110.4
苏氨酸	1.90	2.06	108.4
丝氨酸	1.93	1.94	100.5
谷氨酸	6.57	6.62	100.8
甘氨酸	1.84	2.07	112.5
丙氨酸	2.40	2.44	101.7
胱氨酸	0.17	0.33	194.1
缬氨酸	2.29	2.92	127.5
异亮氨酸	1.57	1.83	116.6
蛋氨酸	0.59	0.80	135.6
亮氨酸	2.45	2.58	105.3
酪氨酸	0.95	1.33	140.0
苯丙氨酸	1.58	1.68	106.3
赖氨酸	3.61	3.85	106.6
组氨酸	0.83	0.85	102.4
精氨酸	2.58	2.71	105.0
脯氨酸	1.60	1.63	101.9
氨基酸总量	36.4	39.6	109.0

由表 4 可知,经过连续诱变及两种抗性平板的反复筛选得到的菌株 1254-6-1,各种氨基酸的相对质量分数均高于出发菌株,其中蛋氨酸是出发株的 135%,胱氨酸是 194.1%,从代谢途径来可知,胱氨酸为蛋氨酸的合成提供巯基,说明合成前体物含量的增加可造成蛋氨酸的增加。有前人研究结果可知,在酵母体内硒主要以硒代半胱氨酸和硒代蛋氨酸形式存在^[8-9],因此由此推测,半胱氨酸和蛋氨酸

含量的变化与酵母体内硒含量是呈正相关性的。此外,与出发菌株相比,诱变后菌株中酪氨酸的含量也有较大提高,是出发菌株的140%。酪氨酸用途很广泛,在医药上用作甲状腺功能亢进,也可作为食品添加剂。另外酪氨酸还是一种重要的生化试剂,是合成多肽类激素、抗生素、L-多巴等药物的主要原料。广泛用于农业科学研究,也作饲料添加剂和配制人工昆虫饲料。

3 结 语

从8种食用酵母粉和3种酒曲中分离得到26株酵母菌菌株,连同由中国微生物菌种保藏中心提供的10株酵母菌,共36株菌。通过对该36株酵母菌进行硒耐受性初筛和摇瓶发酵富硒复筛,获得1

株硒耐受性高且富硒能力较强的热带假丝酵母菌株1254。对菌株1254进行了多轮诱变选育。通过亚硝基胍诱变,亚硒酸钠抗性筛选后,获得了12株抗性菌,其中突变菌株1254-6的总硒质量分数、有机硒质量分数及有机硒转化率分别是出发菌株1254的6.59倍、7.72倍、1.17倍。突变菌株1254-6经紫外诱变和乙硫氨酸抗性筛选后,获得了乙硫氨酸抗性菌株37株,其中突变菌株1254-6-1的生物量、总硒质量分数、有机硒质量分数及转化率分别达到7.60 g/L、5 626.00 μg/g、4 879.99 μg/g、86.74%。对双抗性株1254-6-1与出发株1254氨基酸的相对质量分数分别进行测定,结果显示,双抗性株1254-6-1的各种氨基酸含量均高于出发菌株1254,其中蛋氨酸是出发株的135%,胱氨酸是194.1%。

参考文献:

- [1] WANG Z G, PAN X J, ZHANG W Q, et al. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects antioxidant activity of breeding eggs[J]. *Poultry Science*, 2010, 89(5): 931-937.
- [2] Margaret P R. The importance of selenium to human health[J]. *The Lancet*, 2000, 356: 233-241.
- [3] QIN Shun-yi, HUANG Ke-he, GAO Jian-zhong, et al. Comparison of glutathione peroxidase and iodothyronine deiodinase mRNA expression in murine liver after feeding selenite or selenized yeast [J]. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2009, 23(1): 29-35.
- [4] 张国蓉, 王燕, 刘安军. 富硒酵母对 CCl₄ 肝损伤小鼠免疫功能的影响[J]. 食品科技, 2009, 34(3): 118-125.
ZHANG Guo-Rong, WANG Yan, LIU An-Jun. Effect of selenium-enriched yeast on the antioxidant function in liver injury mice [J]. *Food Science and Technology*, 2009, 25(2): 118-120. (in Chinese)
- [5] 胡滨, 陈一资, 辜雪冬. 硒强化剂的急性和蓄积毒性试验研究[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(4): 553-557.
HU Bin, CHEN Yi-zi, GU Xue-dong. Experiment on acute and accumulative toxicity test of Selenium reinforcement [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2010, 29(4): 553-557. (in Chinese)
- [6] 王珏, 黄亚军, 梁林, 等. 中药富硒酵母对动物中枢免疫器官发育的影响[J]. 微量元素与健康研究, 2009, 26(2): 8-11.
WANG Jue, HUANG Ya-jun, LIANG Lin, et al. Effect of Se-enriched yeast cultured in Chinese medicine on development of central immune organ in animal[J]. *Studies of Trace Elements and Health*, 2009, 26(2): 8-11. (in Chinese)
- [7] Fortier ME, Audet I, Giguère A, et al. Effect of dietary organic and inorganic selenium on antioxidant status, embryo development, and reproductive performance in hyperovulatory first-parity gilts [J]. *Journal of Animal Science*, 2012, 90(1): 231-40.
- [8] Rotruck J T, Pope A L, Ganther H E, et al. Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase [J]. *Science*, 1973, 179(74): 588-590.
- [9] 李淑敏. 酵母作为微量元素载体的研究及应用前景[J]. 微生物学通报, 1999, 26(3): 220-223.
LI Shu-ming. The research progress and application prospect of yeast enriching trace elements [J]. *Microbiology*, 1999, 26(3): 220-223. (in Chinese)
- [10] Poncede Leon C A, Bayón M M, Paquin C, et al. Selenium incorporation into *Saccharomyces cerevisiae* cells; a study of different incorporation methods[J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2002, 92: 602-610. (in Chinese)
- [11] 王小波, 柳乐, 李学如. 高富硒酵母菌种选育研究[J]. 食品与发酵科技, 47(5): 6-9.
WANG Xiao-bo, LIU Le, LI Xue-ru. Breeding of a high selenium-enriched yeast strain [J]. *Food and Fermentation Technology*, 47(5): 6-9. (in Chinese)
- [12] 范秀英, 郭雪娜, 傅秀辉, 等. 高生物量富硒酵母的选育及培养条件初步优化[J]. 生物工程学报, 2003, 19(6): 720-724.

- FAN Xiu-ying, GUO Xue-na, FU Xiu-hui, et al. The breeding and culture condition optimization of a high-biomass, selenium-enriched yeast strain[J]. **Chinese Journal of Biotechnology**, 2003, 19(6): 720-724. (in Chinese)
- [13] 张顺涛, 李肖, 左涛, 等. 高生物量富硒酵母菌的选育[J]. 中国酿造, 2008, 21: 37-40.
ZHANG Shun-tao, LI Xiao, ZUO Tao, et al. Breeding of a high-biomass and selenium-enriched yeast strain[J]. **China Brewing**, 2008, 21: 37-40. (in Chinese)
- [14] 贺立东. 分光光度法测定富硒酵母中有机硒的含量[J]. 食品工业科技, 2000, 21(5): 67-68.
HE Li-dong. Spectrometry for determination of organo-Selenium in Selenium-enriched yeast [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2000, 21(5): 67-68. (in Chinese)
- [15] 刘曲滨, 刘康, 包惠燕, 等. 富硒酵母中硒含量的测定[J]. 广州食品工业科技, 1999, 63(16): 33-35.
LIU Qu-bin, LIU Kang, BAO Hui-yan, et al. Determination of selenium in selenium enriched yeast [J]. **Guangzhou Food Science and Technology**, 1999, 63(16): 33-35. (in Chinese)
- [16] 王黎, 周之荣, 罗明标. 溴酸钾氧化二甲基黄动力学光度法测定食品中的痕量硒() [J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(1): 31-34.
WANG Li, ZHOU Zhi-rong, LUO Ming-biao. Kinetic spectrophotometric determination of trace selenium () based on discoloring of dimethyl yellow oxidized by potassium bromate [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2006, 25(1): 31-34. (in Chinese)

会 议 信 息

会议名称(中文): 中国首届微生物与白酒酿造技术研讨会

所属学科: 动植物微生物学

开始日期: 2013-11-15

结束日期: 2013-11-19

所在城市: 山西省 吕梁地区

具体地点: 汾阳市

主办单位: 中国微生物学会工业微生物学专业委员会

承办单位: 山西省微生物学会 山西杏花村汾酒集团有限责任公司

全文截稿日期: 2013-10-15

联系人: 宋金龙

联系电话: 13301362971

E-MAIL: shanxiwsw@163.com

会议网站: [http://www.china-cicc.org/news/ZhongGuoShouJieWeiShengWuYuBaiJiuNiangZaoJiShuYanTaoHui\(DiYiLunTongZhi\)-4121.html](http://www.china-cicc.org/news/ZhongGuoShouJieWeiShengWuYuBaiJiuNiangZaoJiShuYanTaoHui(DiYiLunTongZhi)-4121.html)

会议背景介绍: 中国白酒历史悠久, 驰名中外, 是我国经济发展的支柱产业。从现代科学技术角度来看, 香醇美酒实际上是酿酒微生物新陈代谢和酿造工艺技术完美融合的结果, 微生物作为传统白酒酿造的关键性因素发挥了重要作用。随着白酒酿造技术的科技创新发展, 结合现代分子生物学、生物信息学、生态学、代谢组学和基因组学技术深入研究微生物与白酒酿造技术的关系, 探讨我国传统白酒产业技术创新问题受到业内高度关注。

业内的广泛要求, 中国微生物学会工业微生物学专业委员会决定召开“中国首届微生物与白酒酿造技术研讨会”, 邀请国内著名专家从微生物与白酒酿造技术等方面开展专业交流和研讨, 为在本领域拥有一定研究基础和成果的科研团队和酿酒企业打造一个全新的技术交流、成果展示和项目对接平台, 推动酿酒技术的现代化发展。

本次大会由山西省微生物学会、山西杏花村汾酒集团有限责任公司共同承办, 在我国酿就圣地山西汾阳举行, 大会得到了中国酒业协会白酒分会的大力支持。

悠悠千年史, 杏花伴酒香, 牧童一声笛, 汾清醉他乡。热忱欢迎酿酒微生物领域的同行莅临大会, 齐聚一堂, 共享盛事。