

乙醇胁迫处理对酒酒球菌 SD-2a 生理特性的影响

赵文英^{1,2} 李华^{1*} 王华¹

(1. 西北农林科技大学葡萄酒学院 陕西 杨陵 712100)

(2. 中北大学化工与环境学院 山西 太原 030051)

摘要: 为制备高效的葡萄酒乳酸菌发酵剂, 以酒酒球菌 SD-2a 为试验材料, 研究了 5%、10% 不同浓度的乙醇胁迫处理对菌体生长、细胞内 MLE 活性、冻干存活率及细胞膜脂肪酸组分的影响。试验结果表明乙醇胁迫处理明显降低了菌体的生长速率和生物产量。与对照相比, 5% 乙醇胁迫处理降低了菌体的冻干存活率, 而 10% 乙醇处理却显著增加了菌体的冻干存活率。细胞膜脂肪酸组分的测定结果表明, 前者细胞膜 U/S 比值为 1.12, 比对照降低了 26.3%, 而后者细胞膜 U/S 比值为 2.29, 比对照增加了 50.6%。故认为酒酒球菌 SD-2a 为适应不同浓度的乙醇胁迫环境, 在细胞膜脂肪酸水平上所采用的机制不同, 且菌体的冻干存活率与其细胞膜脂肪酸组分密切相关。

关键词: 酒酒球菌, 乙醇胁迫, 膜脂肪酸, MLE 活性

The effects of alcohol stress treatment on physiological properties of *Oenococcus oeni* SD-2a

ZHAO Wen-Ying^{1,2} LI Hua^{1*} WANG Hua¹

(1. College of Enology, Northwest University of Agriculture & Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

(2. College of Chemical Engineering and Environment, North University of China, Taiyuan, Shanxi 030051, China)

Abstract: To obtain high efficiency of MLF starter cultures, the effects of alcohol stress treatments on the growth, intracellular malolactic enzyme (MLE) activity, freeze-drying viability, and membrane fatty acid composition of *Oenococcus oeni* SD-2a strain were studied. The results showed that alcohol stress treatments did strongly decrease bacterial growth rate and cell biomass, but increased distinctly MLE activity. Compared with control treatment, 5% alcohol stress treatment decreased bacterial freeze-drying viability, and 10% alcohol stress treatment increased bacterial freeze-drying viability. Concerning the membrane fatty acid composition, it was observed that the unsaturated : saturated fatty acid ratio in the former treatment is 1.12, which is lower than that of control by 26.3%, and the unsaturated : saturated fatty acid ratio in the latter treatment is 2.28, which is higher than that of control by 50.6%. So it was assumed that *O. oeni* SD-2a adopted different adaptive mechanisms in the membrane

* 通讯作者: ✉ zrz1zwy2@163.com

收稿日期: 2010-05-05; 接受日期: 2010-08-23

levels under different alcohol stress conditions, and its membrane fatty acid composition might have a close relationship with bacterial freeze-drying viability.

Keywords: *Oenococcus oeni*, Alcohol stress, Membrane fatty acid, MLE activity

苹果酸-乳酸发酵 (Malolactic fermentation, MLF) 是酿造优质干型葡萄酒必须进行的工艺环节, 而能够适应葡萄酒高乙醇环境、较专一地进行 MLF、并对葡萄酒质有增益作用的主要是酒酒球菌 (*Oenococcus oeni*)。但由于葡萄酒生境恶劣复杂, 人工接种酒酒球菌发酵剂诱导 MLF 时, 往往由于菌体的大量死亡, 而无法成功启动 MLF^[1]。葡萄酒中的乙醇胁迫是影响酒酒球菌的生存和生长的重要因素^[2-3], 了解乙醇胁迫对酒酒球菌生理特性的影响, 探讨酒酒球菌对乙醇的耐受机制, 对高效葡萄酒乳酸菌发酵剂的制备研究具有重要的理论指导意义。

目前国际上常用冷冻干燥技术制备乳酸菌发酵剂, 然而, 冷冻干燥会对乳酸菌造成损伤, 致使菌体冻干存活率降低, 对生产十分不利^[4]。通过改变菌体的培养条件诱导增强苹果酸乳酸转化能力及对冷冻干燥加工过程的抗性, 以提高菌体的存活率, 是目前乳酸菌发酵剂制备研究的热点问题^[5-6]。另外, 由于细胞膜是微生物体与外界环境首要接触且敏感的部位, 其膜脂肪酸组分的调整与菌体的胁迫耐受性密切相关^[7-8]。故本文以酒酒球菌 SD-2a 为试验材料, 研究了不同浓度的乙醇胁迫对菌体生长特性、MLE 活性、冻干存活率及细胞膜脂肪酸组分的影响, 以期为该菌高效发酵剂的生产提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌株: 酒酒球菌 SD-2a, 山东烟台地区自然 MLF 分离获得, 并通过了生理及分子生物学鉴定^[9]。该菌保存在 -80°C 冰箱中。

1.1.2 FMATB 培养基(g/L): 酵母浸粉 5, 蛋白胨 10, 葡萄糖 2, 果糖 3, DL-苹果酸 5, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.05, 盐酸半胱氨酸 0.5, 250 mL 番茄汁。番茄汁的制备: 新鲜西红柿, 沸水浸泡, 去皮, 挤汁过滤后在沸水中煮 2 h, 过滤后低温过夜,

$6\ 000 \times g$ 高速离心 10 min, 取上清液。蒸馏水配制, 调至 pH 4.8, 100 kPa 灭菌 20 min。培养基冷却后, 用无水乙醇调起始乙醇浓度分别为 5% (V/V) 和 10% (V/V), 设置没有添加乙醇的处理为对照处理。

1.2 乙醇胁迫处理方法及生长曲线的绘制

为得到稳定的乙醇胁迫效果, 菌体进行了 3 次乙醇胁迫处理过程。首先将活化好的种子液按 2% (V/V) 接种量接入 100 mL 起始乙醇浓度不同的 FMATB 培养基中。在 25°C 条件下静置培养至快速生长中期, 即 5% 乙醇处理 OD_{600} 约为 0.8 时, 10% 乙醇处理 OD_{600} 约为 0.5 时, 再按 2% (V/V) 接种量再次转接至 100 mL 起始乙醇浓度不同的各培养基中。继续培养至 OD_{600} 约为 0.8 和 0.5 时, 按 2% (V/V) 接种量第 3 次转接至 100 mL 起始乙醇浓度不同的各培养基中。然后, 每隔 6 h 吸取一定量的菌悬液, 测定其在 600 nm 处的吸光度值。并用 pH 计测定培养基 pH 值, 重复 3 次, 取平均值。以培养时间为横坐标, 以 OD_{600} 和 pH 为纵坐标, 绘制生长曲线。

1.3 细胞内苹果酸-乳酸酶(MLE)活性测定

离心 ($8\ 000 \times g$, 10 min, 4°C) 收获不同乙醇胁迫条件下快速生长末期的菌体, 用灭菌的生理盐水冲洗 2 次, 细胞内 MLE 活性测定方法参照 Herrero^[10]。

1.4 冷冻干燥试验

离心 ($6\ 000 \times g$, 10 min, 10°C) 收获不同乙醇胁迫条件下快速生长末期的菌体, 用灭菌后的生理盐水冲洗菌体 2 次, 然后将菌体按 1:10 (W/W) 比例重新悬浮在灭菌后的保护剂溶液中。冻干保护剂悬浮液 (100 mL 蒸馏水) 中含有脱脂奶粉 11.5 g、蔗糖 5.7 g、甘油 1.1 g。在室温条件下平衡 15 min 后, 将菌悬液分装在 5 mL 小瓶内, 在冷冻干燥机中真空冷冻干燥 33 h。冻干后的样品立即用同体积的去离子水复水, 在室温下平衡 15 min。利用梯度稀释平板计数法测定冻干前后活菌数^[12]。独立进行冻干试验 3 次。

冻干存活率的计算:

<http://journals.im.ac.cn/wwxtbcn>

$$\text{冻干存活率} = N_a / N_b \times 100\%$$

N_b 是冷冻干燥前菌悬液的活菌数(CFU/mL);

N_a 是冷冻干燥后菌悬液的活菌数(CFU/mL)。

1.5 细胞膜脂肪酸组分测定

离心(10 000×g, 5 min, 4 °C)收获不同乙醇胁迫条件下快速生长末期的菌体, 用灭菌的生理盐水冲洗菌体 2 次, 细胞膜脂肪酸的提取及甲基化方法参照 Rozes^[11]。每种脂肪酸的百分含量可通过计算各脂肪酸峰面积和总体脂肪酸峰面积和的比值来表示。

GC/MS 色谱条件: BPX 70 毛细管色谱柱 60 m×0.25 mm×0.3 μm (SGE, Victoria, Australia); 氦气为载气, 流速 1 mL/min; 进样口温度: 230 °C; 检测温度: 230 °C; 柱温程序: 起始 50 °C, 保持 0.5 min, 再以 20 °C/min 的速度升高至 100 °C, 保持 0.5 min, 再以 6 °C/min 的速度升高至 220 °C, 然后在此温度下保持 12 min。不分流进样, 进样量 1.0 μL。

质谱条件: 离子源温度 200 °C; 电子能量 70 eV; 接口温度 220 °C; 电子倍增电压 1568 V; 检测离子 m/z 范围 33–450。

1.6 数据处理

采用 DPSv7.55 数据处理软件对实验数据的方差显著性进行分析。

2 结果与分析

2.1 乙醇胁迫条件下酒酒球菌 SD-2a 的生长曲线

酒酒球菌可分解己糖, 生成有机酸, 如乳酸、乙酸等, 引起培养基 pH 下降。同时也可以利用培养基中的苹果酸, 生成乳酸和 CO₂, 引起培养基 pH 升高。酒酒球菌 SD-2a 受不同乙醇胁迫条件的影响, 其 OD 值和培养液 pH 的变化如图 1 所示。由图可看出, 乙醇胁迫处理明显降低了菌体的生长速率和生物产量。5%与 10%乙醇胁迫处理所得菌体的生长速率约为对照处理的 40.5%和 21.6%, 细胞产量约为对照处理的 70%和 40%。对照、5%与 10%乙醇胁迫处理培养基终 pH 分别是 4.1、4.6 和 5.0。可见培养液 pH 随乙醇胁迫强度的增强而升高, 这与菌体的物质代谢水平有关。

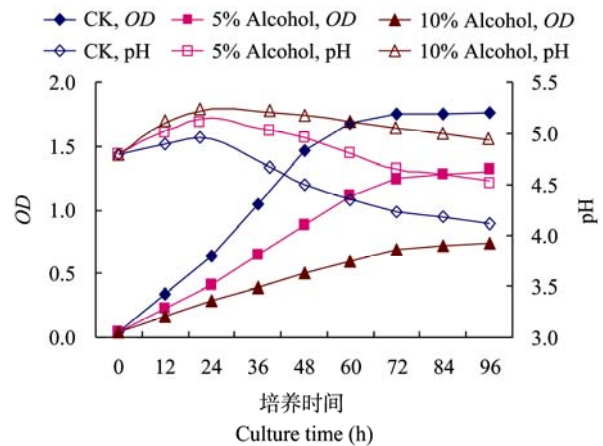


图 1 酒酒球菌 SD-2a 在不同乙醇胁迫处理条件下的生长曲线

Fig. 1 The growth curve of *O. oeni* SD-2a treated by different alcohol stress conditions

2.2 乙醇胁迫处理对菌体细胞内 MLE 活性的影响

从表 1 中可看出, 乙醇胁迫明显增加了菌体细胞内 MLE 的活性, 其中, 5%乙醇处理比对照处理增加了 41.5%, 10%乙醇处理比对照增加了 54.7%。该试验结果说明菌体在乙醇胁迫存在的情况下, 增强了苹果酸的代谢能力, 这与上述培养基 pH 升高的现象相吻合。Capucho 认为乙醇虽然抑制了菌体的生长, 但对 MLE 活性影响较小, 而且在高乙醇浓度条件下, 菌体的 MLE 活性比对照高^[13]。这同我们的研究结果一致。

表 1 乙醇胁迫条件下菌体细胞内 MLE 活性的测定结果 (n=3)

Table 1 Intracellular malolactic activity of *O. oeni* SD-2a cells cultured in FMATB medium with different alcohol concentration (n=3)

乙醇胁迫条件 Alcohol stress conditions	细胞内 MLE 活性 Intracellular malolactic activity [μmol malate/(h·mg protein)]
CK	196.6±24.1 ^b
5% (V/V)	278.2±21.7 ^a
10% (V/V)	304.0±30.8 ^a

注: ^{a,b}: 试验数据在 $P < 0.05$ 水平上的显著性差异。

Note: ^{a,b}: The results are significantly different ($P < 0.05$).

2.3 乙醇胁迫处理对酒酒球菌 SD-2a 冻干存活率的影响

菌体的培养条件是影响菌体冻干存活率的因素

<http://journals.im.ac.cn/wswxtbcn>

之一^[5]。从表 2 中可以看出, 与对照相比, 5%乙醇胁迫处理所得菌体的冻干存活率比对照降低了 51.4%。而 10%乙醇胁迫处理所得菌体的冻干存活率比对照增加了 95.8%。这说明 5%乙醇胁迫条件降低了菌体对冷冻干燥的耐受性, 而 10%乙醇胁迫条件却能诱导增强了菌体对冷冻干燥的抗性。

表 2 不同乙醇胁迫处理所得菌体的冻干存活率(n=3)
Table 2 Freeze-drying viability of *O. oeni* SD-2a cells cultured at different alcohol concentration (n=3)

乙醇胁迫条件 Alcohol stress conditions	冻干存活率 Freeze-drying viability (%)
CK	46.3±6.7 ^b
5% (V/V)	22.5±4.9 ^c
10% (V/V)	90.7±13.5 ^a

注: ^{a, b, c}: 试验数据在 $P<0.05$ 水平上的显著性差异。

Note: ^{a, b, c}: The results are significantly different ($P<0.05$).

2.4 乙醇胁迫处理对菌体细胞膜脂肪酸组分的影响

细胞膜脂肪酸组分的调整是微生物体参与胁迫反应的重要组成部分。本文测定了 5%和 10%乙醇胁迫条件下快速生长末期酒酒球菌细胞膜脂肪酸的组分。试验结果(表 3)表明, 不同的乙醇浓度对菌体细胞膜脂肪酸组分的影响存在着较大的差异。从 3 类脂肪酸总和所占的比例来看, 5%乙醇处理明显增加了细胞膜总饱和脂肪酸的比例, 降低了细胞膜总不饱和脂肪酸的比例, 而 10%乙醇处理明显降低了细胞膜总饱和脂肪酸的比例, 增加了总环丙烷型脂肪酸的相对含量。Teixeira 认为酒酒球菌在 8%乙醇胁迫条件下显著增加了环丙烷型脂肪酸的相对含量, 并提出该类脂肪酸参与了菌体的乙醇胁迫反应^[8]。

如果将环丙烷脂肪酸视为不饱和脂肪酸, 并且将细胞膜不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值(U/S)作为细胞膜流动性的指标^[14], 则 5%乙醇胁迫处理所得菌体, 其细胞膜 U/S 比值为 1.12, 比对照降低了 26.3%, 其细胞膜流动性显著降低。而 10%乙醇胁迫处理所得菌体, 其细胞膜 U/S 比值升高至 2.29, 比对照增加了 50.6%, 其细胞膜流动性显著增加。

表 3 不同乙醇胁迫条件下快速生长末期的菌体细胞膜脂肪酸组分

Table 3 Fatty acid composition of fast growth late phase cells of *O. oeni* SD-2a cultured in FMATB medium with different alcohol concentration

脂肪酸 Fatty acids	不同乙醇胁迫下脂肪酸的相对含量 Per fatty acid of total composition at different alcohol stress (%)		
	CK	5% (V/V)	10% (V/V)
C14:0	3.25±0.41	8.92±0.89	3.83±0.05
C14:1trans11	0.28±0.02	0.76±0.09	0.84±0.12
C16:0	34.64±1.22	37.06±2.09	22.81±2.17
C16:1cis9	8.01±1.04	12.4±1.16	14.02±0.87
C16:1cis11	0.89±0.23	0.92±0.12	0.50±0.09
C17cyc9	0.30±0.03	1.18±0.13	3.75±0.25
C16:2cis9,12	0.81±0.15	1.39±0.11	3.47±0.23
C18:0	1.81±0.02	1.15±0.08	3.72±0.12
C18:1cis11	21.25±1.83	3.54±0.53	8.50±0.60
C18:2cis9,12	0.44±0.05	0.88±0.08	2.62±0.08
C19cyc11	28.31±2.29	31.80±2.01	35.94±2.98
TSFA	39.70±1.65	47.13±3.06	30.36±2.34
TUFA	31.68±3.32	19.89±2.09	29.95±1.98
TCFA	28.61±2.32	32.98±2.14	39.69±3.32
U/S ratio	1.52±0.12 ^b	1.12±0.09 ^c	2.29±0.10 ^a

注: ^{a, b, c}: 试验数据在 $P<0.05$ 水平上的显著性差异; TSFA: 总饱和脂肪酸; TUFA: 总不饱和脂肪酸; TCFA: 总环丙烷型脂肪酸。

Note: ^{a, b, c}: The results are significantly different ($P<0.05$); TSFA: Total saturated fatty acids; TUFA: Total unsaturated fatty acids; TCFA: Total cyclopropane fatty acids.

3 结论与讨论

在乙醇胁迫条件下, 酒酒球菌的生长曲线、培养基 pH 的变化及细胞内 MLE 活性的测定结果均初步表明乙醇胁迫降低了菌体对己糖的代谢水平, 提高了对苹果酸的转化能力。Graca Silveira 认为酒酒球菌在乙醇胁迫适应过程中, 解除了葡萄糖对其他碳源物质的代谢抑制, 且经乙醇胁迫处理后的细胞比没有进行乙醇胁迫处理的细胞能更有效的降解苹果酸^[2]。

在本研究中, 我们发现酒酒球菌为适应不同浓度的乙醇胁迫环境所采用的机制不同。酒酒球菌 SD-2a 在适应 5%乙醇胁迫时明显增加了饱和脂肪酸的含量。乙醇在磷脂双层中聚集可造成相变温度降低^[15], 菌体通过增加饱和脂肪酸的含量, 增强膜

磷脂结构的有序性,对控制细胞膜的相变温度,维持细胞膜的功能十分重要。对于极耐乙醇的 *L. heterohiochii* 来说,它具有高含量的长链饱和脂肪酸(C20-24),这种脂肪酸能有效增加该菌体在乙醇环境下的相变温度^[16]。同样,乙醇胁迫能诱导增加细胞膜中饱和脂肪酸的相对含量,在 *Clostridium acetobutylicum* 中有报道^[17]。故在 5%乙醇浓度条件下,酒酒球菌 SD-2a 为补偿由乙醇引起的相变温度的降低,增加了细胞膜中饱和脂肪酸的相对含量,以维持磷脂双层结构的有序性。

但是,酒酒球菌 SD-2a 在适应 10%乙醇胁迫时,却明显增加了细胞膜 U/S 值,增强了细胞膜的流动性。Jobin 认为酒酒球菌细胞膜结合蛋白的表达是由细胞膜流动性增强而诱导产生的^[18]。我们推测酒酒球菌 SD-2a 在适应 10%乙醇胁迫环境时,由于细胞膜流动性增强,可能诱导了 GroEL 和 Hsp18 等胁迫蛋白的大量表达,增加了细胞膜中蛋白与磷脂的比例,从而能对抗高乙醇浓度引起的膜脂无序性的增加。该推断尚需进一步试验证实。

总之,酒酒球菌 SD-2a 在乙醇胁迫适应过程中,其细胞膜组分的调整可解释为维持优化的膜脂有序性,或重建双层膜脂与乙醇的平衡。该反应能抵制由于乙醇在膜上聚集所产生的作用,从而降低乙醇的毒性。

此外,本研究结果还表明,酒酒球菌冻干存活率与其细胞膜脂肪酸组成密切相关。细胞膜 U/S 值降低,菌体的冻干存活率降低,细胞膜 U/S 值升高,菌体的冻干存活率升高。菌体的培养条件能改变细胞膜脂肪酸组成比例,而脂肪酸组成的变化会影响到菌体对胁迫环境的抗性^[19-20]。酒酒球菌细胞膜脂肪酸的不饱和指数决定了细胞膜的粘度和厚度,因此提高了菌体对冻干的抵抗力^[21]。因此通过改变培养条件,调整酒酒球菌细胞膜脂肪酸组分,对提高该菌发酵剂冻干存活率发挥着重要作用。

参 考 文 献

- [1] 赵文英,李华,王华. 酒酒球菌(*Oenococcus oeni*)胁迫适应性反应机制[J]. 微生物学报, 2008, 48(4): 556-561.
- [2] Silveira MG, Baumgärtner M, Rombouts FM. Effect of adaptation to ethanol on cytoplasmic and membrane protein profiles of *Oenococcus oeni*[J]. Applied Environmental Microbiology, 2004, 70(5): 2748-2755.
- [3] Spano G, Massa S. Environmental stress response in wine lactic acid bacteria: beyond *Bacillus subtilis*[J]. Critical Reviews in Microbiology, 2006, 32(2): 77-86.
- [4] 朱琳,刘宁,张英华,等. 乳酸菌细胞膜的冻干损伤[J]. 食品科学, 2006, 27(2): 266-269.
- [5] Carvalho AS, Silva J, Ho P, et al. Relevant factors for the preparation of freeze-dried lactic acid bacteria[J]. International Dairy Journal, 2004, 14(10): 835-847.
- [6] Capozzi V, Russo P, Beneduce L, et al. Technological properties of *Oenococcus oeni* strains isolated from typical southern Italian wines[J]. Letters in Applied Microbiology, 2010, 50(3): 327-334.
- [7] Stanley D, Bandara A, Fraser S, et al. The ethanol stress response and ethanol tolerance of *Saccharomyces cerevisiae*[J]. Journal of Applied Microbiology, 2010, 109(1): 13-24.
- [8] Teixeira H, Goncalves MG, Rozes N, et al. Lactobacillic acid accumulation in the plasma membrane of *Oenococcus oeni*: A response to ethanol stress[J]? Microbiological Ecology, 2002, 43(1): 146-153.
- [9] Li H, Zhang CH, Liu YL. Species attribution and distinguishing strains of *Oenococcus oeni* isolated from Chinese wines[J]. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2006, 22(5): 515-518.
- [10] Herrero M, García LA, Díaz M. Malolactic bioconversion using an *Oenococcus oeni* strain for cider production: effect of yeast extract supplementation[J]. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 2003, 30(12): 699-704.
- [11] Rozès N, Garbay S, Denayrolles M, et al. A rapid method for the determination of bacterial fatty acid composition[J]. Letters in Applied Microbiology, 1993, 17(3): 126-131.
- [12] Li H, Zhao WY, Wang H, et al. Influence of culture pH on freeze-drying viability of *Oenococcus oeni* and its relationship with fatty acid composition[J]. Food and Bioprocesses Processing, 2009, 87(1): 56-61.
- [13] Capucho I, San Romão MV. Effect of ethanol and fatty acids on malolactic activity of *Leuconostoc oenos*[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 1994, 42(2/3): 391-395.
- [14] Garbay S, Rozes N, Lonvaud-Funel A. Fatty acid composition of *Leuconostoc oenos*, incidence of growth conditions and relationship with malolactic efficiency[J]. Food

<http://journals.im.ac.cn/wswxtbcn>

- Microbiology, 1995, 12(2): 387-395.
- [15] Couto JA, Rozès N, Hogg T. Ethanol-induced changes in the fatty acid composition of *Lactobacillus hilgardii*, its effects on plasma membrane fluidity and relationship with ethanol tolerance[J]. Journal of Applied Bacteriology, 1996, 81(2): 126-132.
- [16] Uchida K. Effects of cultural conditions on the cellular fatty acid composition of *Lactobacillus heterohiochii*, an alcoholophilic bacterium[J]. Agricultural Biological Chemistry, 1975, 39(2): 387-342.
- [17] Zhao Y, Hindorff LA, Chuang A, et al. Expression of a cloned cyclopropane fatty acid synthase gene reduces solvent formation in *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824[J]. Applied Environmental Microbiology, 2003, 69(5): 2831-2841.
- [18] Jobin MP, Delmas F, Garmyn D, et al. Molecular characterization of the gene encoding an 18-kilodalton small heat shock protein associated with the membrane of *Leuconostoc oeni*[J]. Appl Environ Microbiol, 1997, 63(2): 609-614.
- [19] Li H, Zhao WY, Wang H, et al. Influence of culture pH on freeze-drying viability of *Oenococcus oeni* and its relationship with fatty acid composition[J]. Food and Byproducts Processing, 2009, 87(1): 56-61.
- [20] Wang Y, Corrieu G, Béal C. Fermentation pH and temperature influence the cryotolerance of *Lactobacillus acidophilus* RD758[J]. Journal of Dairy Science, 2005, 88(1): 21-29.
- [21] Palmfeldt J, Hahn-Hägerdal B. Influence of culture pH on survival of *Lactobacillus reuteri* subjected to freeze-drying[J]. International Journal of Food Microbiology, 2000, 55(1/3): 235-238.

2011 年中国微生物学会及各专业委员会学术活动计划表(2-2)

序号	会议名称	主办单位	时间	人数	地点	联系人
10	第九届全国病毒学学术研讨会	中国微生物学会病毒学专业委员会	9月	150	陕西西安	梁华 010-58900644
11	第三届微生物资源学术研讨会	中国微生物学会微生物资源专业委员会	9月	150	甘肃兰州	阮志勇 13301101231
12	病原菌与宿主相互作用研讨会	中国微生物学会分析微生物学专业委员会	9-10月	100	湖北武汉	陈铁 tiechen2005@yahoo.com
13	第十九届全国生物固氮学术研讨会	中国微生物学会农业微生物学专业委员会	9-10月	100	四川雅安	张忠明 zmzhang@mail.hzau.edu.cn
14	2011年中国微生物学会学术年会暨第十次全国会员代表大会	中国微生物学会	10月	500	福建福州	王旭 010-64807200
15	第十四次全国环境微生物学学术研讨会	中国微生物学会环境微生物学专业委员会	11月	500	福建厦门	朱建春 microb@njau.edu.cn
16	CBS-中国医学真菌学高级培训班	中国微生物学会真菌学专业委员会	11月	80	江苏南京	刘维达 13605178767
17	全国酶工程学术研讨会	中国微生物学会酶工程专业委员会	11月	150	广东广州	金城 010-64807425
18	第五届芽胞杆菌青年工作者学术研讨会	中国微生物学会农业微生物学专业委员会	12月	50	湖北武汉	孙明 027-87283455