

RP-HPLC 法同时测定酿酒酵母胞内 磷酸腺苷和辅酶 I

李会品, 赵谋明, 俞志敏, 雷宏杰, 赵海锋*

(华南理工大学 轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

摘要: 为准确监控酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 的代谢情况, 作者建立了酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 的高效液相色谱分析方法。胞内代谢物经液氮研磨提取后, 采用 Agilent Zorbax SB-Aq 色谱柱(5 μm , 4.6 mm $\times$ 150 mm)分离, 流动相 0.025 mmol/L 三乙胺-磷酸缓冲液(pH 6.0)与乙腈梯度洗脱, 流速 1 mL/min, 检测波长 254 nm。在此条件下, 3 种磷酸腺苷和两种辅酶 I 达到了较好的分离效果。回收率在 98.30%~103.42% 之间, RSD<3.00%。结果表明, 本法灵敏、准确、重现性好, 可用于酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 摩尔质量浓度的测定。

关键词: 高效液相色谱; 酿酒酵母; 磷酸腺苷; 辅酶 I

中图分类号: TS 201.2 文献标志码: A 文章编号: 1673-1689(2012)05-0492-07

Simultaneous Determination of Adenosine Phosphate and Coenzyme I in Cells of *Saccharomyces cerevisiae* by RP-HPLC

LI Hui-pin, ZHAO Mou-ming, YU Zhi-min, LEI Hong-jie, ZHAO Hai-feng*

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In this manuscript, an RP-HPLC method was developed to determine simultaneously adenosine phosphate and coenzyme I in *Saccharomyces cerevisiae*, in order to monitor metabolic state. The intracellular metabolites extracted by the method of rubbing with liquid nitrogen were separated on an Agilent Zorbax SB-Aq column (5 μm , 4.6 mm $\times$ 150 mm). A 0.025 mmol/L triethylamine-phosphoric acid buffer solution (pH 6.0) and acetonitrile mixture was used as mobile phase, with a flow rate of 1 mL/min. Detection wavelength was set at 254 nm. Under these conditions, three kinds of adenosine phosphate and two kinds of coenzyme I could be well separated. The recoveries were between 98.30% and 103.42%, and the RSD of the method was less than 3%. The results showed that this method is sensitive, accurate, reproducible and can be applied to determinate the content of intracellular adenosine phosphate and coenzyme I of *S. cerevisiae*.

Key words: HPLC, *Saccharomyces cerevisiae*, adenosine phosphate, coenzyme I

啤酒作为世界性饮料,是世界上产量最大的饮料酒^[1]。啤酒酿造过程中,酵母将麦汁中的糖分发

收稿日期: 2011-05-03

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2008BAI63B06); 广东省科技计划工业攻关项目(2009A010700004, 2010A010500002)。

* 通信作者: 赵海锋(1977-), 男, 河南焦作人, 工学博士, 讲师, 主要从事发酵工程与食品生物技术方面的研究。

E-mail: hfzhao@scut.edu.cn

酵生成乙醇、二氧化碳和其他副产物。这一过程包括诸多代谢反应,其反应活性直接决定啤酒的品质^[2]。酵母代谢活性受胞内磷酸腺苷(ATP、ADP和AMP)和辅酶I(NADH和NAD⁺)含量和状态的调控^[3-4]。ATP是酿酒酵母细胞合成的含有高能磷酸键的化合物,参与机体内蛋白质、脂肪及糖类的代谢,是生物体重要的能量物质,对生物体正常机能的维持有着无可替代的作用。ATP可水解生成ADP和AMP,三者之间的相互转化使ATP在机体内达到动态平衡,以维持机体代谢的需要^[5]。NAD⁺、NADH是辅酶I在细胞内存在的两种形式。细胞代谢过程中,氧化型和还原型辅酶I之间的相互转换,起着调节能量代谢和物质代谢的核心作用^[6]。

目前,测定ATP、ADP和AMP的方法较多,主要有试剂盒法、电化学分析法、层析法、生物发光法、高效液相色谱(HPLC)法、毛细管区带电泳法及荧光光谱法^[7]。其中试剂盒法、电化学分析法、生物发光法及毛细管区带电泳法存在操作繁琐、精度低、杂质干扰等缺点,HPLC法则具有操作简便、灵敏度高、精确度高等特点^[8-9]。但准确分析检测酵母胞内的磷酸腺苷和辅酶I,并监测其在发酵过程中的代谢情况,尚未见相关报道。因此,作者在以前研究的基础上,建立了利用RP-HPLC法测定酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶I的方法,该方法不仅操作简便,而且稳定性、重现性好,准确度高,能为啤酒酿造者监控酿酒酵母的代谢活性提供可靠依据。

1 材料与方法

1.1 菌株

下面酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*) FBY0095,上面酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*) FBY0099:由作者所在实验室保藏。

1.2 仪器与试剂

Waters 600 高效液相色谱仪,Waters 2418 紫外检测器,Agilent Zorbax SB-Aq 色谱柱(5 μ m, 4.6 mm $\times$ 150 mm);pHS-2C 型数字酸度计:上海精科仪器有限公司;3-18K 高速冷冻离心机:Sigma 仪器有限公司;XO-650D 超声细胞破碎仪:南京先欧生物科技有限公司;三乙胺、乙腈、磷酸:迪马试

剂有限公司,色谱纯;ATP-Na₂、ADP-Na₂、AMP-Na₂、NAD⁺、NADH:Sigma 试剂有限公司,色谱纯;其他试剂均为分析纯。

1.3 酵母细胞猝灭

取10 mL对数期发酵液,加入40 mL、-40℃、体积分数72%甲醇溶液,在-20℃下保藏10 min,每两分钟剧烈振荡一次,以猝灭酵母胞内代谢。在4℃下以6 000 r/min离心10 min,收集菌体,再用冰甲醇溶液洗涤两遍,离心后收集菌体^[10]。

1.4 胞内物提取

1.4.1 超声提取 向菌体中加入5 mL pH 6.0的磷酸钠缓冲液,超声处理10 min(功率300 W,工作1 s,间歇0.5 s),离心后收集上清液^[11]。

1.4.2 热乙醇提取 向菌体中加入一定量热乙醇,在沸水浴中将乙醇蒸干,然后加入5 mL pH 6.0的磷酸钠缓冲液,煮沸10 min,离心后收集上清液^[10]。

1.4.3 液氮提取 向菌体中加入2 mL pH 6.0的磷酸钠缓冲液,用石英砂研磨5 min,再加入3 mL磷酸钠缓冲液洗涤,离心后收集上清液,并于-20℃下保藏。

1.5 色谱条件

流动相:0.025 mmol/L三乙胺溶液(用磷酸调pH至6.0)和乙腈梯度洗脱,流速1 mL/min,洗脱时间40 min,在0~20 min,流动相中三乙胺缓冲液与乙腈的比例由99:1降低到95:5,保持5 min,接下来15 min内,流动相比比例再由95:5变化为99:1,紫外检测波长254 nm,柱温30℃,进样量20 μ L。

2 结果与分析

2.1 提取方法的选择

酿酒酵母细胞经甲醇猝灭处理后,用不同提取方法对胞内代谢物进行提取,然后进行HPLC检测。由表1可知,液氮研磨法对胞内磷酸腺苷和辅酶I的提取效果最好,该法提取的总磷酸腺苷和总辅酶I浓度均为最高。超声提取法提取效果次之,热乙醇提取法提取效果最差。这说明液氮研磨法对酵母细胞有较好的破碎作用,使胞内代谢物完全释放出来。超声处理对酵母细胞产生空化作用,使细胞膜产生裂隙,胞内物质不完全释放^[12]。乙醇对

细胞膜起溶解作用,但酵母细胞膜较坚固,所以只有部分胞内物被提取出来。超声提取法对 ATP 和 NADH 的水解作用较明显,使细胞能荷(EC)和还原度(NADH/NAD⁺)最低,不能准确反映酵母细胞的代谢状况。液氮研磨提取后,酵母细胞的 EC 和还原度均为最高,可能是由于在低温条件下能较好地防止 ATP 和 NADH 的水解。因此,液氮研磨法对酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 的提取效果较好。

表 1 不同提取方法对酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 提取的影响

Tab. 1 Effects of different methods on extraction of intracellular adenosine phosphate and coenzyme I from *Saccharomyces cerevisiae*

胞内提取物*	超声提取	热乙醇提取	液氮研磨提取
ATP	3.433	2.552	4.976
ADP	0.646	0.389	0.508
AMP	0.975	0.270	0.304
EC	0.743	0.855	0.904
总磷酸腺苷	5.054	3.211	5.788
NAD ⁺	5.004	1.976	4.637
NADH	0.550	0.347	1.211
NADH / NAD ⁺	0.110	0.176	0.261
总辅酶 I	5.554	2.323	5.848

($\mu\text{mol/g}$)

2.2 流动相条件选择

2.2.1 流动相种类选择 磷酸盐缓冲液-乙腈和三乙胺缓冲液-乙腈系统是分离磷酸腺苷和辅酶 I 时应用较广泛的流动相^[13-14]。作者选择 Na₂HPO₄-NaH₂PO₄ 缓冲液-乙腈和三乙胺-磷酸缓冲液-乙腈作为流动相,比较 5 种物质的分离情况。结果表明,这两种流动相都能较好的分离磷酸腺苷和辅酶 I,相同浓度条件下,当三乙胺缓冲液作为流动相时,磷酸腺苷和辅酶 I 的响应值较大。此外,由于磷酸盐缓冲液的本底吸收较高,故选择三乙胺缓冲液作为流动相。

缓冲液浓度直接影响缓冲能力大小,影响流动相稳定性,从而影响色谱柱分离效果。0.025、0.03、0.035、0.04 mmol/L 4 种浓度的缓冲液对磷酸腺苷和辅酶 I 的分离效果都较好。而高浓度缓冲

液会增加流动相的本底吸收,降低灵敏度,影响分离效果,并缩短色谱柱寿命。因此,选择 0.025 mmol/L 的三乙胺缓冲液^[15]。

2.2.2 流动相 pH 选择 由于流动相 pH 值对磷酸腺苷的保留时间有较大影响,因此考察不同流动相 pH 值(pH 5.0、5.5、6.0、6.5、7.0)对磷酸腺苷和辅酶 I 分离的影响,结果见图 1。由图 1 知,AMP、ADP、ATP 和 NADH 的保留时间随 pH 值的增加而减小,NADH 的降低幅度较大,而 NAD⁺ 的保留时间随 pH 的增加而增加。pH 值为 5.0 时,5 种物质保留时间差异较大,较易分离,但 NADH 的保留时间过大对分离不利。pH 为 5.5 时,NAD⁺ 与 AMP 不能分离开来。pH 为 6.5 时,NAD⁺ 与 ADP 的保留时间较接近,不易分离。pH 为 7 时,5 种胞内物分离效果较好,但 ATP 和 NADH 在酸性条件下稳定性较好,在碱性或中性条件下较易水解^[16]。pH 为 6.0 时,5 种物质保留时间差异较大,较易分离。故流动相 pH 选为 6.0。

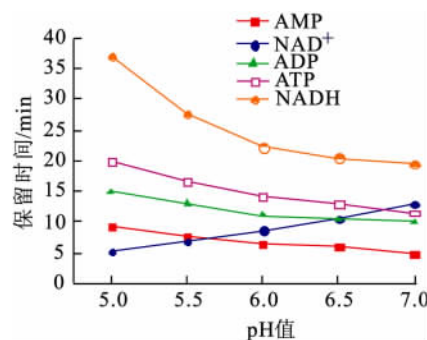


图 1 流动相 pH 值对磷酸腺苷和辅酶 I 保留时间的影响
Fig. 1 Effects of pH value on the retention time of intracellular adenosine phosphate and coenzyme I

2.2.3 流动相比比选择 考察等度洗脱条件(乙腈体积分数分别为 1%、2%、3%、4%和 5%)对磷酸腺苷和辅酶 I 的分离效果,结果见图 2。磷酸腺苷和辅酶 I 的保留时间随乙腈比例的增加而减小,乙腈比例较低(< 2%)时,NADH 难以洗脱出来。当乙腈体积分数为 5%时,磷酸腺苷和辅酶 I 在 15 min 内被全部洗脱出来,但 AMP、NAD⁺、ADP 无法达到良好分离。可见等度洗脱很难满足分离要求。因此作者选择梯度洗脱,发现在 0~20 min,流动相中三乙胺缓冲液与乙腈的比例由 99:1 降低到 95:5,保持 5 min,接下来 15 min 内,流动相比比例再由 95:5 变化为 99:1 时,5 种标准物质和样

品均有较好的分离效果,结果见图 3。

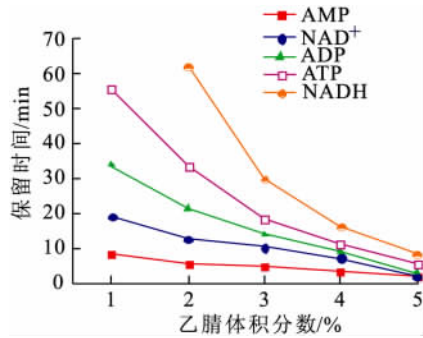


图 2 流动相中乙腈体积分数对磷酸腺苷和辅酶 I 保留时间的影响

Fig. 2 Effects of different acetonitrile proportion on the retention time of intracellular adenosine phosphate and coenzyme I

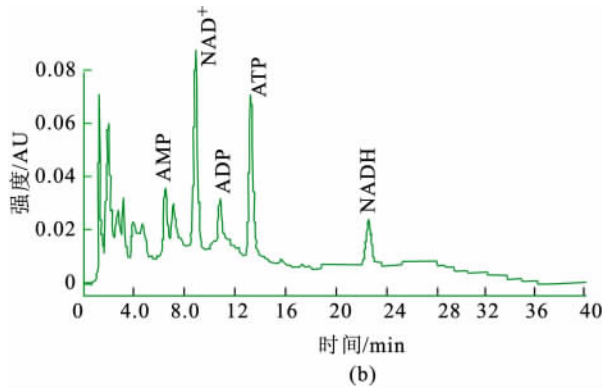
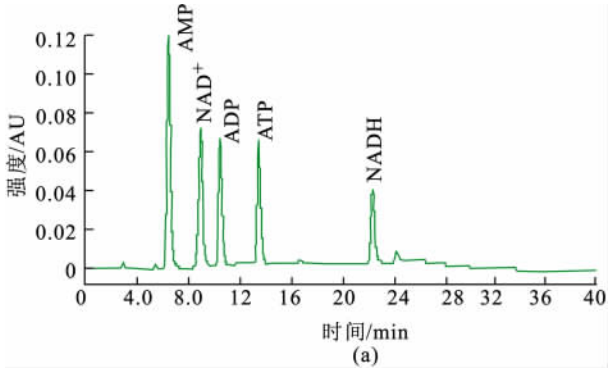


图 3 磷酸腺苷和辅酶 I 标准品的 HPLC 图谱(a)和样品的 HPLC 图谱(b)

Fig. 3 HPLC chromatograms of standards (a) and sample (b)

2.3 工作曲线

分别以各组分峰面积 A 对标准工作溶液质量浓度 c (g/L) 进行线性回归分析,磷酸腺苷和辅酶 I 的回归方程、相关系数及检出限见表 2。由表 2 知,在所测范围内,线性关系良好。

2.4 精密度和回收率

取一定量待测样品 3 份,其中一份做本底,另外两份分别添加一定量磷酸腺苷和辅酶 I 的标准混合液,然后按照优化的方法进行检测。每份样品进行 3 次平行测定,计算回收率和精密度,结果表明该方法回收率高,重现性好,见表 2。

表 2 回归分析、检测限、精密度和回收率

Tab. 2 Regression analysis, detection limit, precision and recovery of the RP-HPLC method

胞内物	线性范围 / (g/L)	线性方程	相关系数	平均回收率/%	RSD/%
AMP	0.003 25~0.104	$A=9 \times 10^7 C-43\ 680$	0.999 97	101.61	1.65
NAD ⁺	0.003 188~0.102	$A=6 \times 10^7 C-24\ 280$	0.999 98	103.42	1.41
ADP	0.003 187 5~0.102	$A=5 \times 10^7 C-38\ 985$	0.999 94	98.30	1.79
ATP	0.003 187 5~0.102	$A=5 \times 10^7 C-38\ 639$	0.999 95	98.61	2.25
NADH	0.003 125~0.100	$A=3 \times 10^7 C-37\ 034$	0.999 96	99.84	1.32

2.5 发酵过程中酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 含量的变化

在上述确定的色谱条件下,检测发酵过程中下面酿酒酵母和上面酿酒酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 的摩尔质量浓度,结果见图 4、5。

ATP 普遍存在于生物细胞内,为细胞新陈代谢提供能量,是细胞生存的必要因素。Guimaraes P M R 等人用生物发光法研究了厌氧发酵过程中酿酒酵母胞内磷酸腺苷摩尔质量浓度和 EC 的变化,

测得 ATP 摩尔质量浓度为 1.7~4.2 $\mu\text{mol/g}$,ADP 摩尔质量浓度为 0.1~1.8 $\mu\text{mol/g}$,AMP 摩尔质量浓度为 0.1~1.8 $\mu\text{mol/g}$,EC 为 0.47~0.95^[17]。由图 4(A)及图 5(A)可知,本法测定的下面酿酒酵母胞内 ATP 摩尔质量浓度为 1.57~5.32 $\mu\text{mol/g}$,ADP 摩尔质量浓度为 0.75~1.32 $\mu\text{mol/g}$,AMP 摩尔质量浓度为 0.54~1.10 $\mu\text{mol/g}$,EC 为 0.56~0.85。上面酿酒酵母胞内 ATP 摩尔质量浓度为 1.36~5.10 $\mu\text{mol/g}$,ADP 摩尔质量浓度为 0.36~

1.11 $\mu\text{mol/g}$, AMP 摩尔质量浓度为 0.24~0.88 $\mu\text{mol/g}$, EC 为 0.57~0.90, 与 Guimaraes P M R 测定的结果基本一致。发酵过程中下面酿酒酵母和上面酿酒酵母胞内 ATP 摩尔质量浓度都是先升高后降低, ADP 和 AMP 摩尔质量浓度都呈升高趋势。下面酿酒酵母胞内 EC 在发酵 0~3 d 内基本不变, 而后逐渐降低, 而上面酿酒酵母胞内 EC 在发酵过程中呈逐渐降低趋势。发酵过程中下面酿酒酵母和上面酿酒酵母胞内 ATP、ADP、AMP 摩尔质量浓度和 EC 的变化趋势都基本一致。由于在发酵开始时, 酵母细胞利用麦汁中的营养物质维持代谢, 同时合成 ATP 贮存起来, 此时细胞代谢活性较高, ATP 摩尔质量浓度较高, EC 较高。随着发酵时间的延长, 发酵液中营养物质逐渐被消耗, 溶氧量逐渐降低, 酵母细胞分解胞内 ATP 生成 ADP、AMP, 以供代谢需要, 所以胞内 ATP 摩尔质量浓度逐渐降低, ADP 和 AMP 摩尔质量浓度逐渐升高。此时细胞代谢活性降低, 使 EC 逐渐降低。

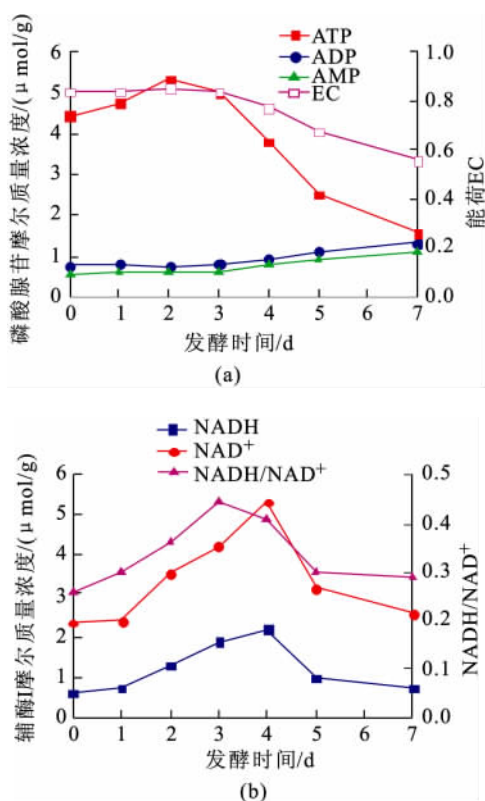


图 4 发酵过程中下面酿酒酵母胞内磷酸腺苷(a)及辅酶 I (b)摩尔质量浓度的变化

Fig. 4 Time course of the intracellular adenosine phosphate (a) and coenzyme I (b) during larger *Saccharomyces cerevisiae* fermentation process

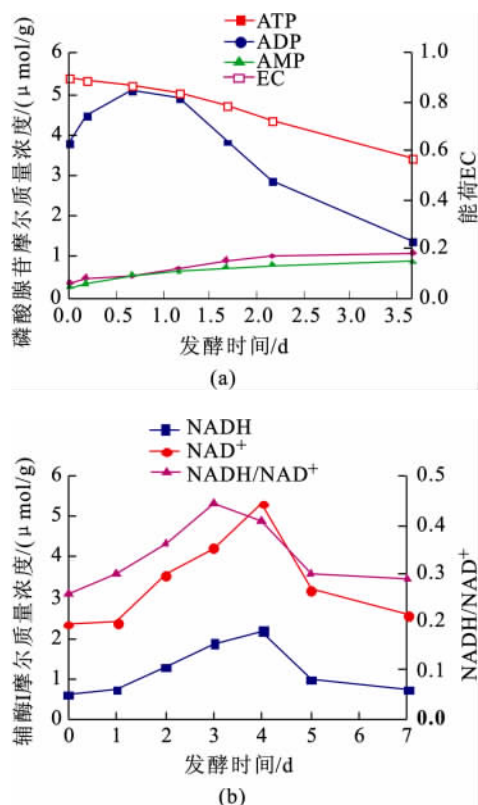


图 5 发酵过程中上面酿酒酵母胞内磷酸腺苷(a)及辅酶 I (b)摩尔质量浓度的变化

Fig. 5 Time course of the intracellular adenosine phosphate (a) and coenzyme I (b) during ale *Saccharomyces cerevisiae* fermentation process

NAD⁺/NADH 反映细胞的氧化还原状态, 其水平直接影响着细胞的节律、衰老、癌变和死亡等生命过程^[18]。由图 4(b)及图 5(b)可知, 发酵过程中下面酿酒酵母和上面酿酒酵母胞内 NAD⁺、NADH 摩尔质量浓度和 NADH/NAD⁺ 都是先升高后降低, 下面酿酒酵母和上面酿酒酵母胞内 NAD⁺、NADH 摩尔质量浓度和 NADH/NAD⁺ 的变化趋势都基本一致。在发酵初期, 细胞代谢旺盛, 合成较多的辅酶 I, 细胞还原度较高, 但随着发酵液中的营养物质逐渐被消耗, 细胞代谢逐渐减弱, 辅酶 I 摩尔质量浓度逐渐下降, 还原度逐渐降低。

3 结 语

液氮研磨法能较好地提取胞内代谢物, 并能很好地防止 ATP 和 NADH 的水解。经过优化, 确定

0.025 mmol/L pH 6.0 的三乙胺-磷酸缓冲液-乙腈作为流动相,梯度洗脱程序为:0~20 min,流动相中三乙胺-磷酸缓冲液与乙腈的比例由 99:1 降低到 95:5,保持 5 min,接下来 15 min,流动相的比例再由 95:5 变化为 99:1。此条件能对胞内磷酸腺苷和辅酶 I 进行较好地分离,且该方法回收率高,重现

性好,可以准确监控发酵过程中酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I 的代谢情况。结果表明,用液氮研磨法提取,高效液相色谱法测定酵母胞内磷酸腺苷和辅酶 I,准确度和精密度均较高,是一种简便、快速、准确、易于推广的检测方法。

参考文献(References):

- [1] 秦耀宗. 啤酒工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008: 3.
- [2] 湖北轻工职业技术学院翻译组译. 啤酒工艺实用技术(第8版)[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008: 297.
- [3] 刘立明,陈坚,李华钟,等. 氧化磷酸化抑制剂对光滑球拟酵母糖酵解速度的影响[J]. 生物化学与生物物理进展,2005, 32(3):251-257.
LIU Li-ming, CHEN Jian, LI Hua-zhong, et al. Effect of oxidative phosphorylation inhibitors on the glycolytic flux in *Torulopsis glabrata*[J]. **Prog Biochem Biophys**, 2005, 32(3): 251-257. (in Chinese)
- [4] Liu L M, Li Y, Shi Z P, et al. Enhancement of pyruvate productivity in *Torulopsis glabrata*: Increase of NAD⁺ availability[J]. **Journal of Biotechnology**, 2006, 126: 173-185.
- [5] Guimaraes P M R, John L. The adenylate energy charge and specific fermentation rate of brewer's yeasts fermenting high- and very high-gravity worts[J]. **Yeast**, 2008, 25: 47.
- [6] 王翠华,李友元,陈长华,等. 温度对丙酮酸生物合成动力学、能荷和氧化-还原度的影响[J]. 生物工程学报,2006,22 (2):2-6.
WANG Cui-hua, LI You-yuan, CHEN Chang-hua, et al. Effects of temperature on the kinetics and level of energy charge and oxidation-reduction state in pyruvate biosynthesis[J]. **Chinese Journal of Biotechnology**, 2006, 22(2): 2-6. (in Chinese)
- [7] 王龙耀,范利华,肖安风,等. ATP 的分析方法综述[J]. 天津化工,2003,17(2):30-33.
WANG Long-yao, FAN Li-hua, XIAO An-feng, et al. Review on the measurement methods of ATP[J]. **Tianjin Chemical Industry**, 2003, 17(2): 30-33. (in Chinese)
- [8] Eduardo S, Hugo O, Rita M A, et al. Micromolar HgCl₂ concentrations transitorily duplicate the ATP level in *Saccharomyces cerevisiae* cells[J]. **FEBS letters**, 2005, 579: 4044-4048.
- [9] 张梁,陈蕴,石贵阳,等. HPLC 法测定玉米浓醪发酵酒精醪液中的纤维二糖和蜜二糖[J]. 食品与生物技术学报,2005, 24(02):90.
ZHANG Liang, CHEN Yun, SHI Gui-yang, et al. Determination of cellobiose and melibiose in the distillate of high-gravity ethanol broth from corn by HPLC[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2005, 24(02): 90. (in Chinese)
- [10] Rasmus D, Britta S, Silas G V, et al. Metabolite profiling for analysis of yeast stress response during very high gravity ethanol fermentations[J]. **Biotechnology and Bioengineering**, 2005, 6: 703-714. (in Chinese)
- [11] 代瑞华,刘会娟,曲久辉. 铜绿微囊藻中磷酸腺苷的提取及分析[J]. 分析化学,2007,35(12):1701-1705.
DAI Rui-hua, LIU Hui-juan, QU Jiu-hui. Extraction and analysis of adenosine phosphate in cells of microcystis aeruginosa[J]. **Chinese Journal of Analytical Chemistry**, 2007, 35(12): 1701-1705. (in Chinese)
- [12] 卢群,刘晓艳,丘泰球,等. 超声对酵母细胞膜通透性的影响[J]. 食品与发酵工业,2005,31(9):14-17.
LU Qun, LU Xiao-yan, QIU Tai-qiu, et al. Effect of ultrasound on membrane permeability of *Saccharomyces cerevisiae* [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2005, 31(9): 14-17. (in Chinese)
- [13] Kazuo S, Yukianri Y, Toshiyuki H, et al. On-line measurement of intracellular ATP of *Saccharomyces cerevisiae* and pyruvate during sake mashing[J]. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, 2000, 3: 294-301.
- [14] Hugo O, Elisabete C, Mercedes D V, et al. H₂O₂, but not menadione, provokes a decrease in the ATP and an increase in the inosine levels in *Saccharomyces cerevisiae*[J]. **European Journal of Biochemistry**, 2003, 270: 1578-1589.

- [15] 陈永福,王记成,云振宇,等. 高效液相色谱法测定传统发酵乳中的有机酸组成[J]. 中国乳品工业, 2007, 35(1): 54—58.
CHEN Yong-fu, WANG Ji-cheng, YUN Zhen-yu, et al. Study on organic acids in traditionally fermented milk by HPLC [J]. **Chinese Dairy Industry**, 2007, 35(1): 54—58. (in Chinese)
- [16] 王镜岩,朱圣庚,徐长法. 生物化学(下册). 第3版[M]. 北京:高等教育出版社, 2007: 38.
- [17] Guimaraes P M R, Londesborough J. The adenylate energy charge and specific fermentation rate of brewer's yeasts fermenting high- and very high-gravity worts[J]. **Yeast**, 2008, 25: 47—54.
- [18] 李达, 伦永志, 周士胜. NAD^+/NADH 代谢机制研究进展[J]. 生物技术通讯, 2010, 21(1): 98.
LI Da, LUN Yong-zhi, ZHOU Shi-sheng. Research progress in NAD^+/NADH metabolic mechanisms[J]. **Letters in Biotechnology**, 2010, 21(1): 98. (in Chinese)

会议信息

会议名称(中文): 全国生物能源与生物基产品产业化技术研讨会暨第六届生物产业技术研讨会

会议名称(英文): SWCY

所属学科: 有机化学, 生物技术与生物工程, 作物学及林木育种、生物学, 有机及精细化工, 再生能源技术与工程

开始日期: 2012—08—15

结束日期: 2012—08—18

所在城市: 安徽省 黄山市

主办单位: 中国生物工程学会, 化学工业出版社

承办单位: 《生物产业技术》杂志

摘要截稿日期: 2012—05—31

全文截稿日期: 2012—07—15

联系人: 李江胜

联系电话: 010—59798053

E-MAIL: swcy@swcy.org

会议网站: <http://www.swcy.org>

会议背景介绍: 2011 年底, 国家颁布了《“十二五”生物技术的发展规划》, 明确了“十二五”期间生物能源技术主攻方向: 大力发展非粮生物乙醇、生物柴油等生物能源产品相关关键技术和专用设备。为了结合实际贯彻落实《规划》精神, 推动在生物产业技术中应用广泛的前沿技术的进步与发展, 中国生物工程学会和化学工业出版社在成功举办了五届生物产业技术研讨会的基础上, 继续举办第六届生物产业技术研讨会。本届会议将邀请我国生物能源和生物化工领域著名专家、学者做主题报告, 并将有 200 余名来自学术界和产业界的专家学者共同参与, 共同研讨生物能源与生物基产品产业化技术的重点、难点及热点问题。

会议名称(中文): 第八届海峡两岸生物学启发的理论科学问题研讨会

所属学科: 动植物微生物学, 作物学及林木育种、生物学

开始日期: 2012—06—20

结束日期: 2012—06—23

所在城市: 湖北省 宜昌市

主办单位: 三峡大学、华中科技大学和中国科学院理论物理研究所

会议网站: http://www.itp.cas.cn/xshd/xshy/201204/t20120411_3554309.html

会议背景介绍: 自 1998 年中国科学院理论物理所郝柏林院士和台湾“中央大学”李弘谦教授组织举办首届海峡两岸生物学启发的理论科学问题研讨会(BITS)以来, 该系列会议每二年一届交替在两岸举办。目前已举办七届, 取得了非常好的效果。为进一步推动两岸在生命科学新兴交叉学科的研究, 促进学术交流, 增进两岸同仁的团结合作, 组委会研究决定于 2012 年 6 月 20 日至 23 日在湖北宜昌召开第八届研讨会, 由三峡大学、华中科技大学和中国科学院理论物理研究所共同举办。