

# 海带生物质酸水解条件优化及其乙醇发酵研究

李 锋<sup>1,2</sup>, 潘诗翰<sup>4</sup>, 温顺华<sup>1,3</sup>, 黄庶冰<sup>4</sup>, 吴卫红<sup>2</sup>, 黄庶识<sup>1,3</sup>

(1.广西科学院生物物理实验室, 广西 南宁 530007; 2.广西科技大学生物与化学工程学院, 广西 柳州 545006;  
3.昆明理工大学生物工程技术研究中心, 云南 昆明 650224; 4.广西大学, 广西 南宁 530004)

**摘要:** 采用稀硫酸对海带进行预处理, 对酸浓度、水解时间、水解温度、底物浓度 4 个单因素进行单因素试验分析, 再通过 4 因素 3 水平正交试验对预处理条件进行优化, 最终确定最佳水解条件为: 酸浓度 2% (v/v)、水解时间 60 min、水解温度 121 °C、底物浓度 5%, 还原糖得率为 22.7% ± 0.27%。接入毕赤酵母 (*Pichia angophorae* ATCC22304) 发酵, 乙醇的最大产量为 1.58 g/L, 乙醇得率为 0.415 g 乙醇/g 还原糖, 是理论得率的 81.3%。试验结果表明, 毕赤酵母可以有效水解海带液中的还原糖以进行细胞生长和乙醇发酵。

**关键词:** 海带; 乙醇发酵; 酸水解; 条件优化; 生物质能源

中图分类号: TQ920; TS262.2; TS261.4; TS261.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-9286(2013)03-0032-04

## Study on the Optimization of Acid Hydrolysis of *Laminaria japonica* and Its Fermentation to Produce Ethanol

LI Feng<sup>1,2</sup>, PAN Shihan<sup>4</sup>, WEN Shunhua<sup>1,3</sup>, HUANG Shubing<sup>4</sup>, WU Weihong<sup>2</sup> and HUANG Shushi<sup>1,3</sup>

1. Lab of Biophysics, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi 530007; 2. College of Biological and Chemical Engineering, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi 545006; 3. Biotechnology Research Center, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650500; 4. Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004, China)

**Abstract:** In this experiment, *Laminaria japonica* was pretreated by dilute acid method. Through single factor test of dilute sulfuric acid concentration, hydrolysis time, hydrolysis temperature and substrate concentration, and the optimization of pretreatment conditions by four-factor and three-level orthogonal experiments, the optimum acid hydrolysis conditions were determined as follows: acid concentration of 2% (v/v), substrate concentration was 5%, and hydrolysis temperature at 121 °C, and hydrolysis time was 60 min. Under the above conditions, the extraction rate of reducing sugar was 22.7% ± 0.27%. After inoculating with *Pichia angophorae* ATCC22304, the highest ethanol yield was 1.58 g/L and ethanol producing rate was 0.415g ethanol/g reducing sugar, 81.3% of theoretical yield. The results showed that *P. angophorae* could ferment reducing sugar in hydrolyzate of kelp for cells growth and to produce ethanol.

**Key words:** *Laminaria japonica*; alcohol fermentation; acid pretreatment; optimization; biomass energy

乙醇作为可再生能源之一的生物质能源, 是国际社会公认的能够缓解能源危机的有效资源和最佳替代方式。在生物质能源领域, 工艺最为成熟、应用最广的是燃料乙醇, 其具有清洁环保、可再生、可生物降解的特点。目前, 世界主要燃料乙醇生产国还是以陆地作物玉米、甘蔗等为原料<sup>[1]</sup>, 随着燃料乙醇消费的迅速增加, 将会导致与粮食、耕地以及水资源竞争的局面。所以, 继续以陆生作物为原料大规模生产燃料乙醇将会带来更大的环境问题与粮食供给的矛盾。因此, 寻找新的燃料乙醇等生物质能源的原料, 成为生物质能源研究与开发的方向。

海洋含有丰富的生物质资源, 其可望成为提供生物质能源原料的有效途径。海洋藻类每年通过光合作用生成的生物质总量大约有  $5.50 \times 10^{10}$  t<sup>[2]</sup>。与陆生植物相比, 海藻具有生长速度快、光合作用效率高、不含难降解的木质素, 不与粮食作物争夺土地、肥料、淡水等资源的特点<sup>[3]</sup>。作为大型海藻的褐藻, 碳水化合物含量占到其干重的 50%, 用它们制取燃料乙醇有很大的应用潜力。褐藻经过物理、化学、生物方法处理后, 可以得到被微生物利用发酵乙醇的单糖。稀硫酸水解生物质的化学方法被认为是比较简单、高效的方法, 用硫酸水解海带不仅可提高

基金项目: 广西自然科学基金重点项目(2010GXNSFD013029), 广西科学院基本科研业务费项目(10YJ25WL01, 12YJ25WL12)资助。

收稿日期: 2012-10-15

作者简介: 李锋(1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为生物质能源, E-mail: huagonglff@163.com。

通讯作者: 黄庶识(1964-), 男, 副研究员, 硕士, 研究方向为应用微生物以及生物质能源; E-mail: hshushi@gxas.cn。

优先数字出版时间: 2012-12-10; 地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/52.1051.TS.20121210.1640.011.html>。

还原糖的水解效率同时还会降低海带水解液的黏度,有助于生物乙醇的后期发酵,干海带经硫酸水解后所得到的单糖最大含量可达到 31.53%<sup>[4]</sup>。

本实验采用稀硫酸对海带进行预处理,考察水解温度、酸浓度、水解时间和底物浓度 4 个因素对预处理结果的影响,并对预处理条件进行正交试验优化,最后对海带稀酸水解液的乙醇发酵进行了初步研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂及仪器

菌株:毕赤酵母(*P.angophorae*, ATCC22304)购自美国典型菌株保藏中心。

海带:购于当地市场,用去离子水重复洗 3 次,去除表面的泥沙和盐分,放于 45℃烘箱热风烘干。高速粉碎机粉碎,过 100 目筛存放于容器中密封保存。

试剂:3,5-二硝基水杨酸、乙腈、甘露醇、葡萄糖、浓硫酸、高碘酸钠、L-鼠李糖、乙酸铵、乙酰丙酮、冰醋酸均为分析纯试剂。

仪器:安捷伦 6890N 气相色谱(美国安捷伦公司)、真空旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂)、循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司)、恒温摇床(上海智城分析仪器制造有限公司)、中草药打粉机(天津市泰斯特仪器有限公司)、UV-9100 紫外-可见分光光度计(北京瑞利分析仪器有限公司)、手提式不锈钢全自动蒸汽灭菌锅(上海申安医疗器械厂)、小型高速离心机(SIGMA 德国)、标准型 PH 计 PB-10(sartorius 德国)、电热鼓风干燥箱(上海实验仪器有限公司)、医用洁净工作台(苏州安泰空气技术有限公司)。

YM 培养基:甘露醇 10 g/L、酵母浸粉 3 g/L、麦芽浸粉 0.3 g/L、蛋白胨 5 g/L。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 酸水解单因素试验

稀硫酸在一定条件下能够有效水解海带多糖(褐藻糖胶、海带淀粉、褐藻胶)成为能够被微生物所利用的单糖或者低聚糖,其中水解液主要以还原糖六碳糖为主。海带水解液中的还原糖主要有:葡萄糖、半乳糖、葡糖醛酸、木糖、甘露糖、岩藻糖,甘露醇不是还原糖但却是海带的主要成分之一<sup>[9]</sup>。通过前提试验测定水解液中甘露醇浓度远远低于还原糖的浓度,以还原糖水解得率为指标,确定水解的最佳条件。分别以水解温度、水解时间、稀硫酸浓度、底物浓度为考察因素进行单因素水解试验,通过分析每个因素对试验的影响规律,为确定最佳水解条件提供依据。

在水解温度为 121℃,水解时间为 30 min,底物浓

度为 5%的条件下,以酸浓度为考察因素做单因素试验。称取 0.5 g 海带粉,放入 50 mL EP 管已经加入 10 mL 不同浓度 1%~5%(v/v)的酸溶液中,待海带粉完全溶胀后,放入高温灭菌锅中高温水解。水解完成后水解液经过高速离心取上清液,用 DNS 法测还原糖的含量。

按照以上步骤,在以水解温度为 121℃,水解时间为 30 min,酸浓度为 2%(v/v)的条件下,取底物浓度为 2.5%~12.5%(w/v)做单因素试验;在水解温度为 121℃,酸浓度 2%,底物浓度 5%的条件下,取水解时间 15~75 min 做单因素试验;在水解时间为 30 min,酸浓度 2%,底物浓度 5%的条件下,取水解温度 100~121℃做单因素试验。

#### 1.2.2 水解条件的正交试验设计

根据单因素试验结果,选择水解时间、水解温度、酸浓度、底物浓度 4 个因素和相应的 3 个水平值,以水解液中的总还原糖得率为考核指标。采用  $L_9(3^4)$  正交表对这些因素进行正交试验,影响因素和水平见表 1。

表 1  $L_9(3^4)$  正交设计表

水平	因素			
	A: 酸浓度 (%, v/v)	B: 水解时间 (min)	C: 水解温度 (℃)	D: 底物浓度 (%)
1	1	30	110	5
2	2	45	115	7.5
3	3	60	121	10

#### 1.2.3 海带水解液的乙醇发酵

海带水解液按照最优水解条件水解后,用 NaOH 调节 pH 值至 6.0~6.5,过滤海带残渣后,并真空浓缩水解液。挑取毕赤酵母单菌落于 YM 液体培养基中活化,在温度 30℃,转速 150 r/min 的摇床中培养 24 h。待  $OD_{600}$  达到 0.8~0.9,转接 3%(v/v)的种子液于 250 mL 三角瓶装有 150 mL 水解液加入 0.5%的硫酸铵的发酵培养基中,置于 30℃恒温摇床中以转速 150 r/min 发酵培养 84 h。在无菌条件下每 12 h 取样测菌种的生长趋势,发酵液用转速为 12000 r/min 的高速离心机离心 10 min,上清液保存于 -20℃冰箱以备后期分析发酵过程中还原糖浓度和乙醇产量的变化趋势。

#### 1.2.4 还原糖和乙醇测定方法

总还原糖采用 3,5-二硝基水杨酸(DNS 法)测定<sup>[9]</sup>。

还原糖得率

$$= \frac{\text{还原糖浓度} \times 0.9 \times \text{稀释倍数} \times \text{溶液体积}}{\text{海带粉质量}} \times 100\%$$

乙醇的测定按李自达等人的方法<sup>[7]</sup>。将待测样品溶液与 10%(v/v)乙腈溶液等体积充分混合后进行气相色谱检测。气相色谱型号:安捷伦 6890N,色谱柱型号:52#ZB-WAXPLUSTM。检测条件:柱箱温度 100℃,检测

器温度 325 °C, 进样口温度 250 °C, 高纯氮 28.7 mL/min, 氢气 40 mL/min, 空气 450 mL/min, 尾吹气 30.0 mL/min; 进样量 0.2  $\mu$ L。每个样品重复检测 3 次。

菌种生物量采用比浊法测定, 以蒸馏水作为空白对照, 每隔 12 h 取样稀释到合适倍数, 用 UV-9100 紫外-可见分光光度计在波长 600 nm 处测定其 OD<sub>600</sub> 值。

## 2 结果与分析

### 2.1 海带水解单因素试验

#### 2.1.1 酸浓度对海带水解醪液还原糖浓度的影响

在温度、时间、底物浓度保持不变的情况下, 水解液中还原糖浓度随酸浓度呈先增大后减小的趋势 (见图 1); 以 1% 稀硫酸处理海带粉后, 溶液中还原糖含量为 8.27 g/L; 当酸浓度提高到 2% 时, 海带提取液中还原糖浓度达到最大值为 9.31 g/L。之后随着酸浓度的提高, 溶液中还原糖含量先是缓慢下降至 8.58 g/L (3% (v/v) 稀硫酸处理), 接着迅速降低; 当酸浓度为 5% 时, 海带处理液中仅剩余 2.04 g/L 还原糖, 不到 2% 稀硫酸处理时糖浓度的四分之一。可见, 酸处理体系中硫酸浓度低于 2% (v/v) 时, 有利于破坏褐藻细胞, 降解海带多糖, 但当溶液中硫酸浓度高于 2% (v/v) 后, 原先释放出的还原糖被过量的硫酸氧化, 造成了还原糖的焦化, 直接导致了糖浓度的下降。

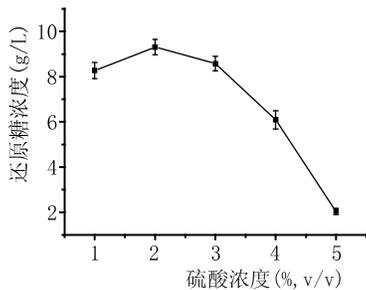


图 1 酸浓度对预处理结果的影响

#### 2.1.2 水解时间对海带水解醪液还原糖浓度的影响

当酸处理时间为 15~60 min 时, 海带提取液中还原糖含量呈逐步升高的趋势, 浓度从 8.15 g/L 上升至 12.05 g/L (图 2); 而处理 75 min 后, 还原糖浓度略微下降至 11.69 g/L, 原因可能是析出的还原糖在长时间高温酸处理后被硫酸氧化或与溶液中其他物质发生反应而损失。可见, 不是水解时间越长越有利于得到更多还原糖。

#### 2.1.3 水解温度对海带水解醪液还原糖浓度的影响

图 3 是水解温度对海带水解醪液还原糖浓度的影响结果。在时间、硫酸浓度、底物浓度不变的情况下, 随着温度的提高, 海带水解液中还原糖浓度呈均匀升高的趋势, 100 °C 下水解液中还原糖含量仅为 2.98 g/L; 当酸水解温度提高到 121 °C 时, 还原糖含量升至 10.14 g/L, 为

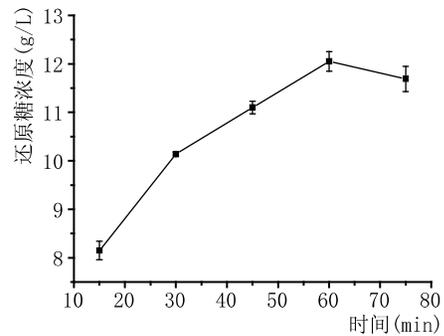


图 2 水解时间对预处理结果的影响

100 °C 条件下的 3.4 倍。可见, 在较高的温度下酸水解海带粉, 可以更有效地破坏藻体细胞, 降解其中的海带多糖, 释放出更多的还原性单糖。

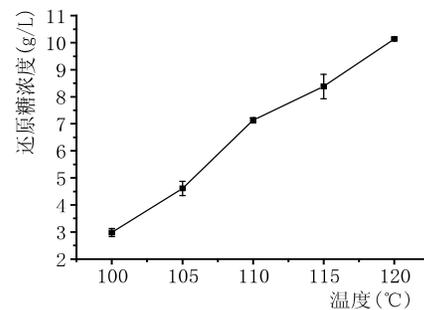


图 3 水解温度对预处理结果的影响

#### 2.1.4 底物浓度对海带水解醪液还原糖浓度的影响

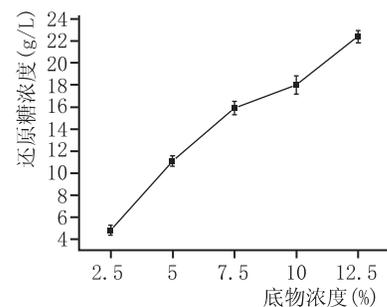


图 4 底物浓度对预处理结果的影响

由图 4 可知, 保持温度、时间、硫酸浓度不变, 分别处理初始底物浓度为 2.5%、5%、7.5%、10%、12.5% (w/v) 的海带粉水提液后, 所得还原糖浓度对应为 4.83 g/L、11.10 g/L、15.90 g/L、18 g/L 和 22.39 g/L, 与相应的初始底物浓度之比为 19.3%、22.2%、21.2%、18% 和 17.91%, 即每 1 g 底物中水解出 0.193 g、0.222 g、0.212 g、0.18 g 和 0.179 g 的还原糖。可见, 在这 5 个不同底物浓度处理中, 底物浓度为 5% (w/v) 的处理其还原糖得率最高, 为 0.222 g 还原糖/g 底物。至于还原糖得率先随底物浓度的升高而升高, 当底物浓度高于 5% (w/v) 后却出现下降的原因, 可能与处理体系中底物浓度与硫酸浓度的比值有关。当溶液中底物浓度低于 5% (w/v) 时, 硫酸过

量,氧化了部分还原糖;而当底物浓度高于5%(w/v)时,硫酸不足,藻体细胞破碎不充分,剩余有较多未水解的海带多糖。

## 2.2 正交试验优化海带的水解条件

表2为海带酸水解条件优化的结果,还原糖得率平均范围为10%~20.43%;通过分析正交试验极值R的大小,4个因素对还原糖得率的影响程度从大到小依次为:水解时间>酸浓度>底物浓度>温度;并推算出水解的最佳方案为:水解时间60 min、酸浓度3%、底物浓度10%、水解温度121℃;正交试验是针对还原糖得率进行的,为了有益于后期水解液发酵生产乙醇,需要对水解条件进行进一步修正。虽然酸浓度的增加有利于底物的水解,但从酸浓度的单因素实验得知,过高的酸浓度将加剧水解液中的化学反应,生成5-羟甲基糠醛、甲酸以及乙酸,这些水解副产物会对后期发酵乙醇产生严重的抑制作用;从底物浓度的单因素实验中可知,底物浓度为5%时,每1g海带水解出的还原糖量最大。因此,综合考虑还原糖得率、抑制物及成本等因素,本实验选择酸浓度2%、水解时间60 min、水解温度121℃、底物浓度5%为海带酸水解的最适宜条件,并进一步通过实验验证,结果还原糖得率为22.7%±0.27%,大于正交试验中还原糖得率的最高值(20.43%)。

表2 正交试验结果的直观分析

试验号	A	B	C	D	还原糖得率(%)
1	1	1	1	1	10.72
2	1	2	2	2	14.93
3	1	3	3	3	19.23
4	2	1	2	3	16.43
5	2	2	3	1	11.1
6	2	3	1	2	17.28
7	3	1	3	2	20.43
8	3	2	1	3	16.99
9	3	3	2	1	19.71
R <sub>1</sub>	14.960	15.860	14.997	13.843	
R <sub>2</sub>	14.937	14.340	16.920	17.547	
R <sub>3</sub>	19.043	18.740	17.023	17.550	
R	4.106	4.400	2.26	3.707	

## 2.3 海带水解液的乙醇发酵

图5是0~84 h内,毕赤酵母发酵海带提取液过程中,生物量、还原糖浓度和乙醇浓度的变化情况。发酵初期的0~12 h,还原糖浓度从9.13 g/L下降至6.87 g/L;12 h时,溶液中乙醇浓度为0.65 g/L,毕赤酵母细胞浓度为 $1.7 \times 10^7$  cells/mL。这说明发酵12 h时,毕赤酵母已经进入了对数生长期,此时溶液中氧含量显著减少,二氧化碳浓度迅速升高,细胞呼吸作用增强,酵母细胞转入了厌氧条件下的乙醇代谢阶段。

12~24 h时,进入对数生长期的毕赤酵母,快速消耗

还原糖积累生物质的同时以较快速率产生乙醇。此阶段毕赤酵母的生长速率和还原糖消耗速率分别为 $0.46 \times 10^7$  cells/mL·h和0.126 g/L·h;至24 h时,乙醇浓度达到最大值1.58 g/L,还原糖浓度为5.32 g/L,相应的乙醇转化率最高可达0.415 g乙醇/g还原糖。

24~60 h,毕赤酵母仍处于生长对数期,但生长速率已放缓至 $0.16 \times 10^7$  cells/mL·h,至60 h时,细胞浓度达到最大,为 $1.31 \times 10^8$  cells/mL。与此同时,还原糖浓度稳定在5.32 g/L,保持不变,乙醇浓度却出现了逐步下降的趋势。究其原因,可能是溶液中氮源不足,碳氮比过高,阻碍了毕赤酵母对还原糖的利用,致使其转而消耗乙醇进行细胞增殖,说明海带中所含氮源不足以满足毕赤酵母生长及产乙醇的需要。

60~84 h,毕赤酵母进入了生长稳定期,细胞浓度维持在 $1.19 \times 10^8$  cells/mL左右,还原糖浓度为5.32 g/L,仍保持不变,而乙醇则被消耗殆尽。

总的来说,毕赤酵母在发酵海带提取液过程中,显示了较强的利用还原糖产乙醇的能力:发酵24 h时,最高乙醇转化率为0.415 g乙醇/g还原糖。

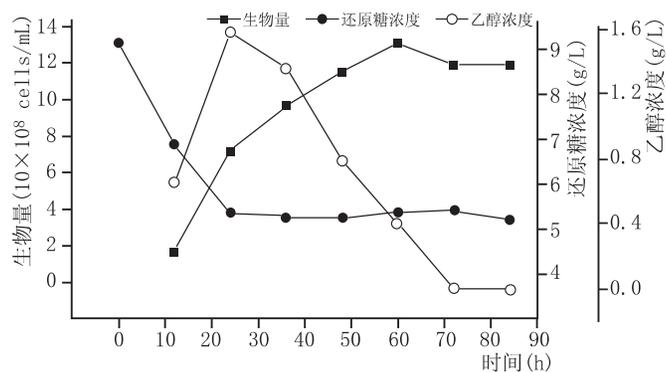


图5 *P. angophorae* (ATCC22304)发酵水解液产乙醇

## 3 结论

通过单因素实验和正交试验确定了酸水解海带的最佳条件为:底物浓度5%(w/v)、硫酸浓度2%(v/v),温度121℃,时间60 min。毕赤酵母可以发酵海带水解液产乙醇,在24 h时乙醇的最大浓度达到1.58 g/L,相应的乙醇转化率达到0.415 g乙醇/g还原糖,本实验结果是理论转化率的81.3%。本实验在以海带为原料生产生物燃料乙醇方面进行了初步探索研究,为我国利用褐藻生物质乙醇能源的开发和利用奠定一定的基础。

## 参考文献:

- [1] Bothast R, Schlicher M. Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol[J]. J Appl Microbiol Biotechnol, 2005,67(1):19-25.

(下转第39页)

- [2] 易彬,任道群,唐玉明,等.不同窖泥微生态变化研究[J].酿酒科技,2011(6):32-34.
- [3] 施思,张文学,邓宇,等.用 DGGE 技术构建白酒酿造微生物指纹图谱的初步研究[J].中国酿造,2010(1):118-120.
- [4] ZHANG WX, QIAO ZW, TANG Y Q, et al. Analysis of the fungal community in Zaopei during production of Chinese Luzhou-flavor liquor[J].J Inst Brewing Distilling, 2007,113(1):21-27.
- [5] ZHANG W X, QIAO Z W, SHIGEMATSU T, et al. Analysis of the bacterial community in Zaopei during production of Chinese Luzhou-flavor liquor[J].J Inst Brewing Distilling,2005,111(2):215-218.
- [6] 张文学,乔宗伟,胡承,等.浓香型白酒糟醅中真菌菌群的多样性分析[J].四川大学学报:工程科学版,2006,38(5):97-101.
- [7] 施思,王海英,张文学,等.浓香型白酒不同窖泥微生物群落特征分析[J].酿酒科技,2011(5):38-41.
- [8] 王海英,张文学,施思,等.水井坊窖底泥微生物群落结构分析[J].中国酿造,2012(2):38-41.
- [9] 付琳琳.应用 PCR-DGGE 技术分析泡菜中乳酸菌的多样性[D].南昌:南昌大学,2005.
- [10] Watanabe K, Teramoto M, Futamata H, et al. Molecular detection, isolation, and physiological characterization of functionally dominant phenol degrading bacteria in activated sludge[J]. Appl. Environ. Microbiol 1998,64(11):4396-4402.
- [11] Shin Haruta, Shintaro Ueno, Isao Egawa, et al. Succession of bacterial and fungal communities during a traditional pot fermentation of rice vinegar assessed by PCR-mediated denaturing gradient gel electrophoresis[J]. International Journal of Food Microbiology, 2006,109:79-87.
- [12] 陈法霖,张凯,郑华,等.PCR-DGGE 技术解析针叶和阔叶凋落混合物分解对土壤微生物群落结构的影响[J].应用于环境生物学报,2011,17(2):145-150.

(上接第 35 页)

- [2] 赵中华,石磊,刘珊珊.生物质能源发展及海洋生物质能源展望[J].科学与管理,2008(4):13-15.
- [3] Berndes G, Hoogwijk M. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies[J]. Biomass Bioenergy,2003,25(1):1-28.
- [4] Sung-Soo Jang, Yoshihito Shirai, Motoharu Uchida, et al. Production of mono sugar from acid hydrolysis of seaweed[J]. African Journal of Biotechnology,2012,11(8):1953-1963.
- [5] Ji-Suk Jang, YuKyeong Cho, Gwi-Taek Jeong, et al. Optimization of saccharification and ethanol production by simultaneous saccharification and fermentation (SSF) from seaweed, *Saccharina japonica*[J]. Bioprocess Biosyst Eng,2012,35(1):11-18.
- [6] 赵凯,许鹏举,谷光烨.3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J].食品科学,2008,29(8):534-536.
- [7] 李自达,申乃坤,赖钧灼,等.基于 96 孔板与拉曼光谱的发酵乙醇高通量快速检测[J].分析化学,2010,38(9):1267-1271.

## 泸州老窖专利总量居全国白酒业第一

本刊讯:据《糖酒快讯-白酒》报道,据国家知识产权局对外公开发布的 2012 年白酒行业专利申请数据统计显示,四川泸州老窖以 95 项发明专利和实用新型专利总量排名白酒行业榜首,在借助现代科学技术成果提升白酒附加价值和保障白酒产品质量的道路上,走在了行业的最前端。

泸州老窖源远流长,是中国浓香型白酒的发源地,以众多独特优势在中国酒业独树一帜。拥有我国建造最早(始建于公元 1573 年)、连续使用时间最长、保护最完整的 1573 国宝窖池群,1996 年 12 月经国务院批准为行业首家全国重点文物保护单位,2006 年被国家文物局列入“世界文化遗产预备名录”,2012 年再次入选《中国世界文化遗产预备名单》。“泸州老窖酒传统酿制技艺”作为川酒和我国浓香型白酒的唯一代表,于 2006 年 5 月入选首批“国家级非物质文化遗产名录”,使泸州老窖成为行业首家拥有“双国宝”的企业。泸州老窖特曲是中国最古老的四大名酒,1915 年获巴拿马太平洋万国博览会金奖,1952 年在中国首届评酒会上被国家确定为浓香型白酒的典型代表,是唯一蝉联五届“中国名酒”称号的浓香型白酒。其“泸州”牌注册商标是中国首届十大驰名商标。“国窖”牌商标在 2006 年获得白酒类唯一的国家“驰名商标”。“泸州老酒坊”商标又在 2008 年获得国家驰名商标。泸州老窖是行业内唯一荣获三枚中国驰名商标的企业。(小小荐)

来源:糖酒快讯-白酒 2013-02-18