

三麦酒业固态法白酒机械化酿造试验

汪江波¹, 蔡凤娇¹, 黄达刚², 庄椿虎², 陈茂彬¹

(1.发酵工程教育部重点实验室湖北工业大学生物工程学院,湖北 武汉 430068;2.湖北三麦酒业有限公司,湖北 宜昌 443112)

摘要: 对三麦酒业固态法小曲白酒的生产工艺、生产规模及产品方案,主要设备的原理及性能和主要经济技术指标进行了说明。本试验主要致力于酿造车间的机械化构建,使得各设备之间衔接良好、匹配平衡,从蒸煮、摊晾、糖化、发酵到蒸馏整个工序基本实现了连续性机械化。在实际生产过程中达到了节能减排、提高劳动效率的目的,取得了良好的经济效益和社会效益。

关键词: 小曲白酒; 固态发酵; 机械化; 劳动效率; 工艺路线

中图分类号:TS262.3;TS261.11;TS261.15;TQ920 文献标识码:A 文章编号:1001-9286(2011)12-0081-04

Mechanized Production Experiments of Xiaoqu Liquor in Sanmai Liquor Industry Co. by Solid Fermentation

WANG Jiangbo¹, CAI Fengjiao¹, HUANG Dagang², ZHUANG Chunhu² and CHEN Maobin¹

(1.Key Lab of Fermentation Engineering(Ministry of Education), College of Bioengineering, Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei 430068; 2. Hubei Sanmai Liquor Industry Co.Ltd., Yichang, Hubei 443112, China)

Abstract: The production techniques, production scale and product patterns, the working principles and the properties of main equipments, and the main economic indexes and technical indexes of Xiaoqu liquor by solid fermentation made in Sanmai Liquor Industry Co.Ltd. were introduced. The experiments aimed to achieve scientific mechanized construction in liquor-making plant, where it could realize good link and matching among equipments and continuous mechanized production process including cooking, steaming, saccharifying, fermenting, and distilling. In practice, it could save energy, reduce waste discharge, increase labor efficiency, and produce satisfactory economic benefits and social benefits.

Key words: Xiaoqu liquor; solid fermentation; mechanized production; labor efficiency; process route

白酒产业一直以来主要采用传统方式生产。近年来,白酒行业面临劳动力成本不断攀升以及土地资源日益紧张、能源消耗愈来愈严重、对生产环境的要求更加严格等问题^[1]。因此,传统的白酒酿造方法已无法适应新的生产需求,全面实现机械化生产将是未来白酒行业发展的趋势。由于台湾地区更早面临了这些压力,因此比大陆地区较早推行了机械化生产,此外,日本烧酒的生产与米香型白酒十分相似^[2],采用固态培曲,液态发酵工艺,其机械化程度也较先进^[3-4]。三麦酒业通过不断探索和借鉴台湾及日本地区的经验,实现了整个酿酒过程的机械化,并将传统工艺的混合作业方式改为分工序、分流程作业,确保各环节工艺的稳定性,更好地保证产品质量,取得了良好的经济效益和社会效益。

1 工艺路线的选择

三麦酒业所采用的是固态发酵法生产清香型小曲白酒,其酿造工艺流程见图 1。

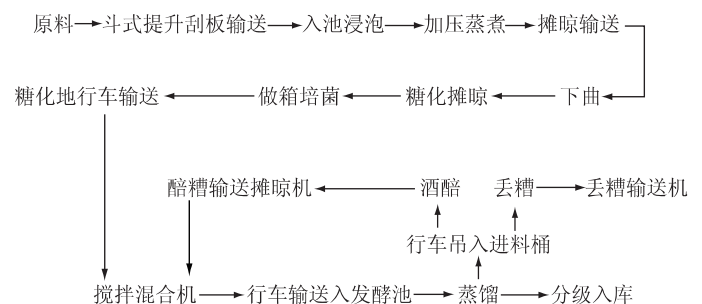


图 1 三麦小曲酒生产工艺流程

2 生产规模及产品方案的选择

2.1 生产规模

固定资产总投资 3500 万元,总占地面积 24000 m²左右,总建筑面积 14000 m²左右,年工作日 300 d,两班作业。设计生产能力为年产清香型基础白酒 5000 t,商品酒产量 12000 t。

收稿日期:2011-09-30

作者简介:汪江波(1962-),男,湖北武汉人,副教授,研究方向:传统发酵过程的现代改造。

通讯作者:陈茂彬,博士,教授,主要从事工业微生物、酿酒生物技术研究。

优先数字出版时间:2011-11-16;地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/52.1051.TS.20111116.1527.003.html>。

2.2 产品方案

目前,销售酒的种类已达 10 多种(见表 1)。

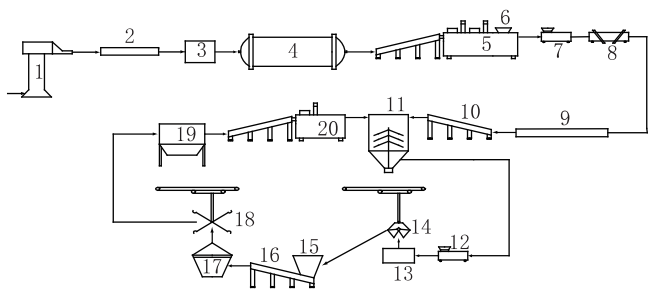
表 1 产品方案

品名	酒度 (%vol)	净含量 (mL)	备注
普三麦	45	125	1. 产品技术指标及分析方法按 Q / SM0001(S) 执行
特制三麦	45	500	
典藏三麦	39	500	2. 产品的口感及风格根据目标消费者群体的需要调整
三麦春	45	500	3. 产品比重根据市场情况调整

3 生产模式的选择

3.1 设备流程的设计

酿造车间的工艺设备流程图见图 2。



注:1.斗式提升机,2.刮板输送机,3.泡粮池,4.蒸粮锅,5.摊晾机,6.加曲机,7.糖化地行车,8.出料刮板,9.糖化料地面输送机,10.糖化料摊晾机,11.搅拌机,12.发酵地行车,13.窖池,14.抓斗,15.料斗,16.发酵料输送带,17.甑甑,18.天行车,19.醅糟池,20.醅糟摊晾机

图 2 酿造车间设备流程图

3.2 原料的蒸煮阶段

3.2.1 机械化历史程度的对比

原料蒸煮阶段机械化历史程度对比结果见表 2。

表 2 原料蒸煮阶段机械化历史程度对比

工序	原状态	现状态
原料输送	机械车	斗式提升机、刮板输送机
放闷水、泡粮水	人工抽放	阀门排放
蒸粮	常压蒸粮甑	加压蒸粮锅

在原料的输送方面,用斗式提升再经刮板输送代替传统人工输送,泡粮时可做到按需投料。泡好的原料经阀门到达粮篓再由轨道进入蒸粮锅,进行封闭式加压蒸粮,采用定时定压控制,确保在降低能耗的同时达到熟粮质量的一致性,提高原料利用率。白酒生产机械化要解决好两个问题:一是机械化要适应白酒生产工艺的要求;二是如何调整生产工艺以充分发挥机械化的效能,也就是要找到一条增加生产、提高淀粉出酒率的最佳途径。依照这一原则,在使用热水循环式蒸粮锅时,对传统蒸粮工艺进行了调整,将初蒸、焖水合为一道工序,此过程中的原料处于热水循环之中,初蒸后的粮食可直接达到焖水的效

果。采用热水循环蒸粮锅,使蒸粮过程一次性在密封锅内完成。各阀门通过电气系统控制,温度、压力等参数由电子仪表实时显示,实现了机械化及自动化操作。

3.2.2 采用机械化生产所达到的效果

热水循环蒸粮锅 1 次可蒸粮 1500 kg,耗时 50 min 左右,而采用传统甑子蒸煮 1500 kg 粮食至少需要 150 min,相比之下,前者节能 60% 以上。

采用加压蒸粮可实现大汽蒸粮且锅内圆汽快,这样提高了裂口率又保证了粮食破裂程度一致。蒸出来的粮食在满足水分要求的同时,粮粒的匀透性更好。

3.3 糖化阶段

3.3.1 机械化历史程度的对比

原料蒸煮阶段机械化历史程度对比结果见表 3。

表 3 糖化阶段机械化历史程度对比

工序	传统方式	机械化方式
摊晾	水冷却器、人工翻晾	风机、摊晾机
加曲	人工撒曲	加曲机
收箱	人工做箱	地行收箱
出箱	推车、木锹	地行、刮板、输送带

传统摊晾是在晾堂中完成的,用簸箕将熟粮端出,倒入摊晾簸箕中,扬锹拌粮,当温度降到适宜时,开始人工撒曲^[5]。此过程劳动强度大,后期的清洁工作也较麻烦,而且也容易造成杂菌的污染影响培菌。后来采用水冷却,但水处理负担很重也相当浪费水资源。为了克服这些缺点和不足,设计了摊晾输送机,利用鼓风、抽风的办法来摊晾,在输送过程中就能达到降温冷却的目的。

在摊晾输送机的末端增加了自动加曲机,此装置的难点在于加曲机输送量与摊晾机上粮糟输送量的匹配,做到加曲均匀一致^[6]。这一环节是通过调节两者的变频器改变输送带的速度来实现的,加曲量因曲种不同而异,因此,在实际的生产中要进行实时调控。采用地行可在糖化间内任一场地做箱,出箱时由刮板将两边的糖化糟刮到中间的输送带上再输送,工人只需操作地行车及刮板车即可,大大降低了劳动强度。

3.3.2 采用机械化生产所达到的效果

由表 3 可以看出,传统方式糖化作业,劳动强度大,耗时久且工作环境差,采用机械化设备及流水线作业模式后,这些不足都得到了极大改善。

以前使用水冷却,每吨酒的冷却水在 15 t 左右^[7],水处理负担很重,而采用风冷却后,减排作用明显,既节约了水资源又节省了废水处理费用。

3.4 发酵阶段

3.4.1 机械化历史程度的对比

原料蒸煮阶段机械化历史程度对比结果见表 4。

粮糟及醅糟的冷却工序也采用摊晾机完成,中间设有搅拌混合机将摊晾好的粮糟与醅糟搅拌混合均匀。粮

表4 发酵阶段机械化历史程度对比

工序	传统方式	机械化方式
醅糟及粮糟的冷却	晾堂、用锹拌粮、水冷却器	摊晾机、风机
醅糟与粮糟的混合	人工翻拌	搅拌混合机
入窖	推车	地行车
出窖	铁锹、推车	抓斗

糟与醅糟的比例根据季节不同而异,通过调节变频器改变两者输送带的速度来调节比例,夏季为1:4,冬季为1:3。最后将混合好的物料由搅拌混合机的出料口经输送带进入料斗中,再由地行车运到指定的窖池上方从底部出料入窖池发酵。黄水排放这一工序,现采用管道利用气压的原理直接在地面操作,代替过去人工入窖池排放黄水。出窖时由抓斗将发酵糟抓入料斗里再经输送带输出。

3.4.2 采用机械化生产所达到的效果

出窖时采用抓斗运料,提高了劳动效率,降低了劳动强度。同时避免了含酒精的材料的翻动,受气流影响较小,酒精挥发也较少。

3.5 蒸馏阶段

3.5.1 机械化历史程度的对比

以前的人工打底锅水改为阀门排放。蒸汽的供应淘汰了传统的地锅烧水,改用大锅炉集体供汽,此外采用不锈钢酒甑及分体式水冷却器,便于对蒸馏进行分段摘酒,极大减轻了劳动强度,提高了生产率,同时避免了酒液中铅含量的超标,有效保证了产品质量。蒸馏过程中的冷却水排放到热水回收池中,用于泡粮和蒸粮,实现了水资源的循环利用。出甑时采用天行车将甑桶吊到醅糟池上方,从底部出料,一部分经醅糟摊晾输送机到达搅拌混合机,一部分由丢糟输送机输出。

3.5.2 采用机械化生产所达到的效果

每个酒甑都安装了蒸汽压力表以控制流酒速度,真正实现缓汽馏酒、大汽追尾的目的。

各设备间的衔接良好,使整个酿酒生产实现了连续性机械化,流水线作业模式,材料不落地,达到了清洁生产的要求。

4 主要设备的原理和性能

4.1 热水循环蒸粮锅

按照人性化、安全可靠、节能环保的设计理念,设计了此热水循环蒸粮锅,结构见图3。

首先是蒸汽对水的加热,到达一定温度后的热水与蒸汽一起对粮食进行蒸煮,蒸粮水流在循环泵的带动下强制流动,带动粮篓中的粮粒处于不断的翻转中,这样使粮粒受热均匀且增大了蒸煮面积。经过多次实验,蒸粮压力选定为0.13 MPa。一次蒸粮达1500 kg,粮食可直接在锅内完成初蒸、焖水、复蒸3个工序,其中初蒸、焖水耗时10 min,复蒸时间控制在20 min左右,加上水升温及中

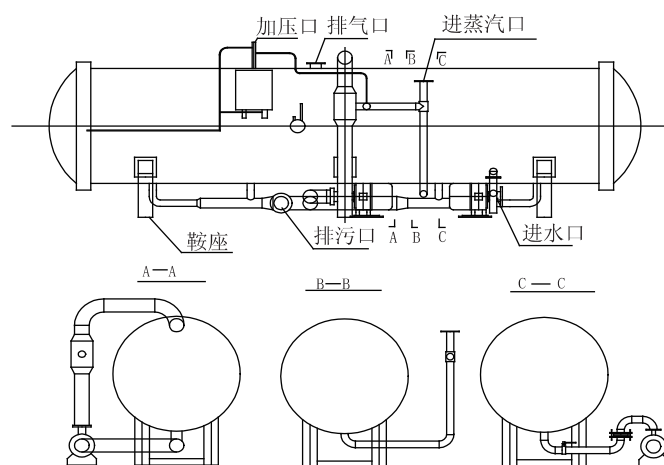


图3 蒸粮锅立面图及部分剖面图

途排水大概需20 min,这样整个蒸粮过程只需50 min左右,而按传统方式蒸粮1500 kg所需时间在2 h左右^[8]。因此,采用此蒸粮锅大大缩短了时间,降低了能耗,提高了生产能力。同时,熟粮的质量也得到了保证,每100 kg原粮增重至215~227 kg,粮食柔熟,收汗,水分在60%左右。

性能特点:① 蒸粮温度、时间、压力自动控制;② 机械超压保护,自动气锤消音;③ 蒸粮水流强制流动;④ 电子温度偏差校正;⑤ 智能化控温,自动进出篓(减速机带动链条及链轮,从而带动粮篓)。

4.2 搅拌混合机

搅拌混合机代替了人工配醅拌料、人工堆料两道工序。搅拌混合机既要使粮糟和醅糟进行充分搅拌混匀,又不能对粮糟造成挤压,还要可用于搅拌好的粮糟出料。针对这些要求,经过反复实验,设计了直立搅拌机(见图4)。转速为20 r/min,粮糟在机内的搅拌时间为1~2 min,可将物料充分混匀,混匀好的物料由出料口经输送带输出。各物料在搅拌机中,由外到内、由两边到中间充分混合搅拌,模拟了人工翻拌,使粮糟和醅糟充分混匀,又不会对粮糟造成挤压。其工作示意图见图4。

4.3 摊晾加曲机

熟粮的摊晾输送采用的是筛孔扣板链条,在得到良好冷却效果的同时又可防止跑边从而达到平稳输送;摊晾的基本原理是采用鼓风、抽风的晾凉方式,从筛孔下面鼓风,同时上面进行抽风,这样粮糟在中间可得到较好的冷却。经过多次的实验确定孔径为5~6 mm,根据生产规模及冷却的效果设定输送的速度为0.3 m/s左右,粮糟厚度为3~4 cm;整个摊晾过程可分为3个阶段。

①10 m 5.5 kW 鼓风机摊晾、搅拌、风机平吹。采用自然风,送风温度为室温,可将粮糟的温度降至60℃左右。

②4 m 4.5 kW 水温空调摊晾、搅拌、风机平吹。采用水温空调,送风温度为20℃左右,可将粮糟进一步冷却

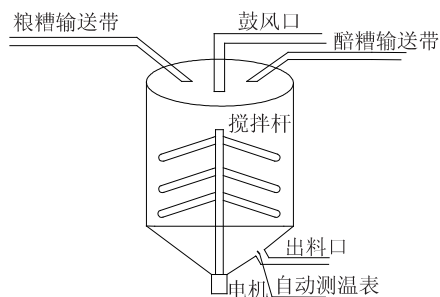
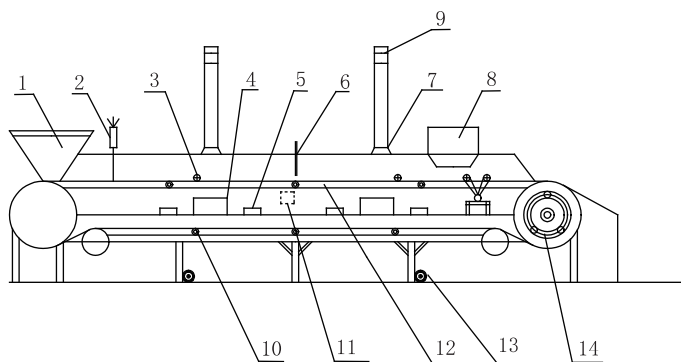


图4 搅拌混合机工作示意图

到 40℃ 左右。

③6 m 3 kW 鼓风机冷气制冷摊晾、搅拌、风机平吹。送风温度可低至 10℃, 最终粮糟可冷却至 25℃。

现以水温空调摊晾阶段举例作图, 结果见图 5。



注: 1. 进料斗, 2. 调节板, 3. 搅拌杆, 4. 风机接口, 5. 水温空调接口, 6. 自动测温表, 7. 排烟筒, 8. 加曲箱, 9. 墙面抽风机, 10. 托辊, 11. 观察口, 12. 不锈钢网带, 13. 风机, 14. 传动辊

图5 摊粮风机立面图

在温度降至 32℃ 左右的地方增加加曲机。筛孔板输送、加曲机、送料斗分别采用变频调速。根据加曲量调节加曲速度, 例如添加纯种根霉酒曲应为原粮的 0.5%, 再根据设定的粮糟输送速度及厚度确定曲粉的添加速度为 1~1.2 m/min。

5 经济技术指标

基于目前人力资源及能源成本不断增高的现状, 参考同行业先进经验, 在传统工艺操作技法的基础上, 实现了白酒酿造的机械化生产, 可使酿造工段人力成本及能源消耗都大大降低。日投料 30 t 粮食的酿造车间采用机械化生产后只需 76 人(见表 5)分两班作业就可以完成正常的生产, 而按传统的生产方式, 投料 0.5 t 需要 4~5 人, 相比之下现节约用工 200 人左右, 劳动效率提高了 70.82%, 年节省工资支出 400 万元左右。节约能耗 2000 t 左右标煤, 节约支出 160 万元左右, 经济效益和社会效益明显。

与此同时, 酒的产量及质量也得到了保证。采用机械

表5 定员用工分析表

岗位	人数	岗位	人数
车间主任	1	行车	6
统计核算	1	糖化	8
酿造工段长	2	醅糟	8
运粮	2	入窖	6
解包、上粮	2	出窖	8
泡粮、蒸粮	6	蒸馏	20
冷却、配曲	2	糟处理	4
合计	76		

化生产后出酒率可保持在 50% 以上。取相应酒样进行感官鉴定及理化鉴定, 结果见表 6 和表 7。

表6 感官鉴定

项目	感官鉴定结果
色泽	无色透明, 无悬浮沉淀物
香气	醇香清雅, 糟香突出
口味	酒体柔和, 甜润柔爽, 纯净怡然

表7 理化鉴定

物质	含量	物质	含量
总酸(g/L)	0.31	甲醇(g/L)	0.28
总酯(g/L)	0.59	铅(mg/L)	0.35
固形物(g/L)	0.32	锰(mg/L)	0.88

以上鉴定结果符合 Q/SM0001(S) 的相关标准。

6 展望

虽然采用机械化生产后, 取得了一定的成效, 但仍有不足之处需要改进, 为了进一步提高企业竞争力, 可采取以下措施。

6.1 可人工控制温度、湿度、气压、含氧、风量, 建造模仿自然环境的发酵及堆积车间。

6.2 地上、半地上, 大容量发酵窖或小容量可移动发酵箱(罐)及密闭式出入窖输送带系统的建造, 配合温度检测控制系统, 配合可循环使用、密闭性好的封窖材料^[9]。

6.3 借鉴酒精或国内外其他蒸馏酒的蒸馏设备的优点, 积累科学理论和实践经验, 提高各种蒸馏设备的浓缩、提香及除杂等效果; 研究如何利用连续蒸馏设备实现蒸馏的连续化, 提高设备利用率。

6.4 研究如何实现机械化装甑, 必要时可以人机结合进行操作, 技术达到一定程度时, 可以考虑开发人工智能装甑设备——以人工装甑经验为模型, 计算机控制机械设备来完成均匀拌料, 保证上甑效果。

参考文献:

- [1] 宋书玉, 赵建华. 中国白酒机械化酿造之路[J]. 酿酒科技, 2010(11): 99-104.
- [2] 下田猛. 制造烧酒的方法[P]. 中国专利: CN200480001275.1, 2005.

(下转第 87 页)

真步数,单击按钮进行仿真;

⑤ 仿真分析。绘制仿真结果曲线。

本文主要研究液压马达的特性,因此在 amesim 中简化模型如图 6,得到马达的转矩仿真曲线(图 7)。从图 7 中可看出,马达在换向阀换到中立位后需经过 1 s 的时间方可停止,由此可以计算出马达在此段时间里转过约 15 度的转角。因此,可以设计如图 5 的刹车装置并将位置传感器前置相应的角度以确保马达准确停到指定的位置。

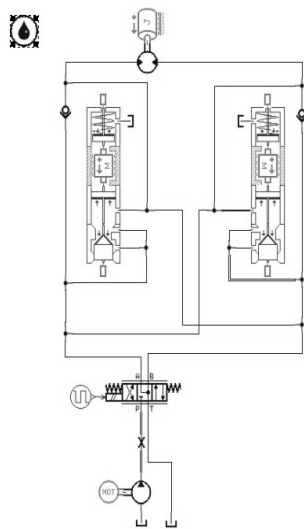


图 6 定位系统在 amesim 中建模图

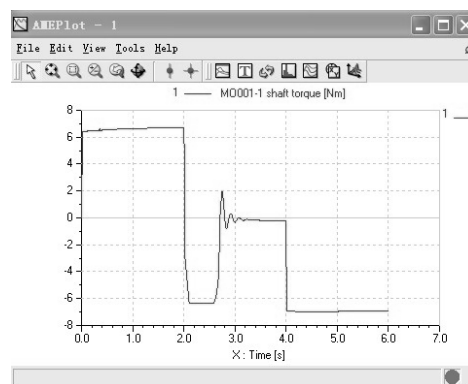


图 7 马达的转矩仿真曲线

观、曲块形状尺寸符合标准、表面及中心部分松紧度均匀,工作安全可靠及生产率高等优点。

4.2 在设计过程中运用 Solidworks2007 和液压仿真软件 amesim7.0 软件对压曲制块机进行建模及仿真分析可以生动形象地表达设计结果,帮助设计人员更快、更准确地进行新产品设计。仿真结果不仅直观,而且其效果良好,为进一步深入研究系统提供了很好的基础。

参考文献:

- [1] 付捷,王瑛,罗钢.一种新型酒厂制曲压块机[J].包装与食品机械,2006(4):46-47.
- [2] 乔春蓉.基于 SolidWorks 的液压挖掘机伸缩臂设计与有限元分析[J].内蒙古科技与经济,2008(3):77-78.
- [3] 李永堂,雷步芳.液压系统建模与仿真[M].北京:冶金工业出版社,2003.

4 结论

4.1 采用最新的机电技术,经优化设计,研制出一种旋转型压曲制块机。该机具有操作简单、结构紧凑、外形美

(上接第 84 页)

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> [3] Uchiki Masato,Goshi Kohei,Ishihara Toshiko.Barley shochu and method for producing the same [P].Japan:JP2008127270,2009. [4] Tsutsui Kaneo. Apparatus and method for treating shochu (Japanese white distilled liquor) lees waste liquid [P].Japan: JP2007231914,2009. [5] 王元太.清香型白酒酿造技术[M].北京:中国轻工业出版社,2009:152-153. [6] 张志民,吕浩,张耀行.衡水老白干酿酒机械化自动化的设想和 | <ol style="list-style-type: none"> 初步试验[J].酿酒,2011,38(1):19-22. [7] 任国军.河套酒业白酒机械化生产的尝试[J].酿酒科技,2010(12):73-75. [8] 凌生才.稻谷小曲白酒生产工艺操作[J].酿酒科技,2004(1):44-45. [9] 栗永清.固态法白酒机械化的总结探索[J].酿酒科技,2010(12):70-72. |
|--|--|

安琪酵母 意大利米兰 SIMEI 国际酿酒设备技术展的中国元素

本刊讯 近日,记者获悉,第 24 届意大利米兰 SIMEI 国际酿酒设备技术展及国际葡萄栽培技术展,于 2011 年 11 月 22~26 日在米兰展览中心举行。该展会每两年举办一届,是全球最大的葡萄酒酿造、饮料(啤酒、果汁、烈酒、蒸馏酒、醋、矿泉水等)生产、包装机械设备和专业技术展览会,参观观众可在此全面了解行业最新进展,以获取改善生产效率和企业经营能力的解决方案。

据组织方透露,本届展会规模将突破新记录,预计参展面积达 35000 平方米,来自全球 30 多个国家(奥地利、比利时、保加利亚、加拿大、智利、中国、克罗地亚、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、荷兰、匈牙利、卢森堡、摩尔达维亚、葡萄牙、斯洛文尼亚、南非、西班牙、瑞士、乌克兰、英国与美国)的 700 多家参展商,参观人员超过 5 万人。

应意大利、德国、英国等欧洲合作伙伴的邀请,国际知名的酿酒辅料生产商安琪酵母股份有限公司也将组团参加此次技术博览会(展位号: N31)。届时除了展示传统的酿酒酵母产品外,安琪公司将在展会现场向全球葡萄酒及饮料酒生产商演示最新酿酒技术及应用成果,如甘露糖蛋白、有机型发酵助剂、酵母细胞壁、特种酶制剂等。上述产品在欧美葡萄酒生产国均已销售多年,展会过后安琪技术团队和欧洲合作伙伴还将前往欧洲区域的工业用户做参观交流。(戴浩林)