

2017 年度技术发明奖公示内容

项目名称	基于低碳低硫的高值化糖品绿色加工关键技术及应用
推荐单位（专家）意见	
<p>该项目紧密结合制糖产业可持续发展要求，成功研制开发出具有国际领先水平的基于低碳低硫的高值化糖品绿色加工关键技术。新技术实现了沿用百年的亚硫酸法制糖工艺向低碳低硫制糖新工艺的重大转变，首次实现了低浓度二氧化碳烟道气在一步法制糖工艺的成功应用和高浓度树脂再生废水的资源化利用，率先开发出低升糖指数蔗糖、食用安全焦糖色素等高附加值产品，具有减排效果显著、产品品质提升明显等特点，是国际制糖行业的重大发明。新技术已获得授权发明专利 24 件，形成了较完整的自主知识产权体系。该项目产业化成果显著，已在中国糖业十强企业、国内最大的甜菜糖生产企业等十多家国内外行业龙头企业推广应用，产生了显著的经济效益和社会效益。新技术依靠自主创新突破了制糖行业的发展瓶颈，有效提升了我国制糖行业的国际竞争力，为我国传统制糖产业转型升级及可持续发展做出了重要贡献。</p> <p>推荐该项目参加 2017 年国家技术发明奖二等奖评审。</p>	
项目简介（限 1200 字）	
<p>本项目属于食品加工技术领域。</p> <p>我国是世界第三大产糖国和第二大食糖消费国，但制糖产业普遍存在产品含硫高、附加值低、环境污染严重等问题，制约了我国制糖产业的可持续发展。本项目系统解析了甘蔗多酚协同蔗糖钙降低升糖指数机理，采用超声耦合缓冲剂成功阻断 4-甲基咪唑等有害物质的生成途径，将高价反离子再生剂蔗糖钙引入脱色树脂的再生过程，实现了“离子力作用”向“离子力+络合力协同增效”再生方式的转变，并率先实现低浓度二氧化碳澄清方法在一步法制糖工艺的成功应用。本项目的技术发明点如下：</p> <p>1. 甘蔗多酚协同蔗糖钙降升糖指数原理。发明了甘蔗多酚类活性物质的渗出与调控技术，系统解析了甘蔗多酚类物质的组分与活性，阐明了甘蔗多酚协同蔗糖钙增效机理，研发出适合糖尿病患者食用的低升糖指数蔗糖（LowGI）产品，产品升糖指数由普通蔗糖的 65.8 降至 46.9，属于低升糖指数食物。</p>	

2. 超声耦合缓冲剂阻断有害物质生成技术。采用超声耦合缓冲剂控制美拉德反应历程，改变反应体系的物理与化学环境，阻断 4-甲基咪唑等有害物质的生成途径，解决了传统糖蜜焦糖色素的安全性问题，研发出的焦糖色素产品色率是普通方法的 3-5 倍，4-甲基咪唑含量为零，并成功实现了焦糖色素生产由高温向中温的重大转变。

3. 蔗糖钙复苏色素富集树脂及低浓度二氧化碳强制饱充方法。通过揭示色素富集树脂和糖汁中色素及灰分物质等的相互作用机制，颠覆了传统的一价阳离子复苏色素富集树脂方法，首次将二价反离子再生剂蔗糖钙引入脱色树脂的再生过程，实现了“离子力作用”向“离子力+络合力协同增效”再生方式的革命性转变，树脂使用寿命延长 1 倍以上；发明了一种以锅炉烟道气作为澄清剂的低浓度二氧化碳强制饱充新方法及脉冲式饱充反应系统，率先实现低浓度二氧化碳澄清方法在一步法制糖工艺的成功应用，二氧化碳利用率提高 25% 以上，烟气减排 70% 以上，开发的低碳低硫制糖新工艺成功替代了沿用百年的亚硫酸法制糖工艺，并实现了高浓度树脂再生废液的资源化全利用。

本项目获授权发明专利 24 件，构筑了相应的专利池，形成了较完整的自主知识产权体系。项目实施以来共发表 SCI 收录学术论文 73 篇。新技术获 2013 年广东省技术发明一等奖，2014 年中国专利优秀奖。项目成果产业化成效显著，2014 年至 2016 年期间相关生产企业累计新增产值 27.8 亿元，新增利税 7.86 亿元，节支 2.6 亿元。新技术提高了我国制糖行业的国际竞争力，促进了我国制糖产业转型升级和可持续发展。

客观评价

1. 2012 年 1 月 9 日，通过广东省科学技术厅组织的“高值化糖品绿色加工关键技术及应用”成果鉴定（粤科鉴字（2012）7 号）。专家认为：成果在环保型高价反离子树脂再生技术、低浓度二氧化碳强制饱充技术、多级膜分离技术生产高品质焦糖色素等方面具有独创性。

2. “锅炉烟道气饱充技术”列入国家发改委《国家重点节能技术推广目录（第一批）》（2008 年第 36 号，序号 39）。

3. “低碳低硫制糖新工艺”被列入工信部《制糖清洁生产技术推广方案》

(工信部节[2011]113号)重点推广的四项行业清洁生产技术之一。

4. “低碳低硫制糖新工艺”、“高值化特种糖品”列入《制糖行业“十二五”发展规划》(工信部、商务部、农业部2012年1月发布),其中高值化特种糖品被列为重点任务“调整和优化产品结构”的最核心内容。

5. 新技术获奖情况。本项目分别获得2013年广东省技术发明一等奖,2014年中国专利优秀奖。

6. 项目开发的新产品通过权威机构的检测。低升糖指数蔗糖在中山大学国家药物临床试验机构的正常人群临床试验结果表明:产品升糖指数由普通蔗糖的65.8降至46.9,属于低升糖指数食物;糖尿病人临床试验结果表明:添加低升糖指数蔗糖的早餐对2型糖尿病患者空腹血糖、餐后2小时血糖及胰岛素指标均无显著影响。广州质量监督检测研究院检验报告结果:本项目焦糖色素产品未检出4-甲基咪唑有害物质。

推广应用情况

本项目发明的基于低碳低硫的高值化糖品绿色加工关键技术已在国内外10多家行业龙头企业推广应用,近三年新增销售额27.8亿元,新增利税7.86亿元,节支2.8亿元。低硫蔗糖在中国糖业十强企业广西永鑫糖业集团建成年产15万吨生产线,实现国产蔗糖作为饮料糖首次进入可口可乐;低浓度二氧化碳强制饱充技术成功推广至国内最大的甜菜制糖企业新疆绿翔糖业公司及印尼komering糖厂;低升糖指数蔗糖在广西都安永鑫等企业应用,产品供香港太古集团,并出口至美国、日本等国家;食用安全焦糖色素在行业领军企业上海爱普食品工业有限公司应用并推广。

主要知识产权目录(不超过10件)

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	授权号	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
1	发明专利	天然有色糖品的生产方法	200610123668.0	517149	华南理工大学	于淑娟; 朱思明	有效
2	发明	一种利用锅炉	200510032858.7	503242	华南理	于淑娟;	有效

	专利	烟道气作澄清剂的制糖工艺			工大学	尚明久； 扶雄；高文宏	
3	发明专利	一种利用糖厂滤泥制成的气体吸附剂及其在处理锅炉烟气中的应用	02134896.0	216969	华南理工大学	于淑娟； 高文宏； 扶雄	有效
4	发明专利	制糖脱色脱钙树脂的再生方法及再生废液的回用方法	201010571078.0	1247920	华南理工大学	朱思明； 陈志江； 于淑娟； 杨永军	有效
5	发明专利	一种基于制糖乙蜜和稀汁脱盐的无机钾盐制备方法	201110139526.4	1094737	华南理工大学	朱思明； 俞思明； 于淑娟； 杨永军	有效
6	发明专利	用糖蜜发酵废液制备结晶无机钾盐与饲料添加剂的方法	200910040830.6	691292	华南理工大学	于淑娟； 张平军； 扶雄； 管永光	有效
7	发明专利	一种超声波低温制备食用安全性美拉德反应产品的方法	200910040628.3	885442	华南理工大学	于淑娟； 管永光； 王军；王湘茹；徐献兵；陈刚	有效
8	发明专利	一种应用多级膜分离制备焦糖色素的方法	201010202559.4	1069314	华南理工大学	于淑娟； 史文慧； 管永光； 徐献兵	有效
9	发明专利	利用喷雾干燥技术快速连续制备粉末状焦	201110220002.8	1303984	华南理工大学	于淑娟； 张平军； 何树珍；	有效

		糖色素的方法				黄凯	
10	发明专利	烟道气饱充糖浆上浮方法	200810073807.2	766860	广西永鑫华糖集团有限公司	何华柱；赵强；周锡文；黄悦刚；韦武林；韦锦然；钟国洪；黄福；黄忠志；谭家杰；周洪祥	有效

主要完成人情况

第 (1) 完成人	姓名	于淑娟	完成单位	华南理工大学	工作单位	华南理工大学
	<p>本项目系列发明成果的技术负责人，组织并负责了全过程技术研究。率先提出了蔗糖钙协同甘蔗多酚降升糖指数机理，发明了超声耦合溶剂阻断有害物质生成技术和蔗糖钙复苏色素富集树脂再生新方法，获得发明专利授权 22 件，通过成果鉴定 1 项。对本项目第 1-3 项技术发明做出了创造性贡献。支持完成人贡献的旁证材料：附件 1-2、6-13、19-21、45-54。</p>					
	<p>曾获得国家科技奖情况：无</p>					
第 (2) 完成人	姓名	扶雄	完成单位	华南理工大学	工作单位	华南理工大学
	<p>主要研究人员。提出了低浓度二氧化碳强制饱充方法，发明了脉冲式饱充反应装备和多级膜分离焦糖色素精制系统，系统研究了蔗糖钙协同甘蔗多酚降低蔗糖升糖指数的影响规律。相关技术工作获得发明专利授权 6 件，通过成果鉴定 1 项。对本项目第 1-3 项技术发明做出了创造性贡献。支持完成人贡献的旁证材料：附件 1-2、6、19-21、24、26。</p>					

	曾获得国家科技奖情况：无					
第 (3) 完成人	姓名	朱思明	完成单位	华南理工大学	工作单位	华南理工大学
	主要研究人员。系统研究了制糖脱色脱钙树脂再生及再生废液回用方法，参与了低升糖指数蔗糖无硫绿色澄清方法的研发。相关技术工作获得发明专利授权4件，通过成果鉴定1项。对本项目第1和3项技术发明做出了创造性贡献。支持完成人贡献的旁证材料：附件1-2、6-7、19-21。					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第 (4) 完成人	姓名	赵振刚	完成单位	华南理工大学	工作单位	华南理工大学
	主要完成人员。系统解析了甘蔗多酚类物质的组分与活性，阐明了活性物质的析出规律，参与多级膜分离焦糖色素精制系统的研制。通过成果鉴定1项，发表论文3篇。对本项目第1和2项技术发明做出了创造性贡献。支持完成人贡献的旁证材料：附件6、19-21、45-54。					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第 (5) 完成人	姓名	何华柱	完成单位	广西永鑫华糖集团有限公司	工作单位	广西永鑫华糖集团有限公司
	主要完成人员。发明了烟道气饱充澄清混合剂的方法，参与脉冲式饱充反应装备和低升糖指数蔗糖系列之黄金砂糖的研发。相关技术工作获得发明专利授权2件。对本项目第1和3项技术发明做出了创造性贡献。支持完成人贡献的旁证材料：附件1-2、11。					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第 (6) 完成人	姓名	杨永军	完成单位	新疆绿翔糖业有限责任公司	工作单位	新疆绿翔糖业有限责任公司

主要完成人员。参与制糖脱色脱钙树脂再生及再生废液回用方法的研究，系统研究了烟道气饱充澄清方法在甜菜糖加工中的应用。相关技术工作获得发明专利授权 2 件。对本项目第 3 项技术发明做出了创造性贡献。支持完成人贡献的旁证材料：附件 1-2。

曾获得国家科技奖情况：无

完成人合作关系说明

项目完成人于淑娟、扶雄、朱思明、赵振刚为华南理工大学“高值化糖品绿色加工关键技术及应用”课题组成员，合作完成专利多项，课题组主要负责人为于淑娟教授和扶雄教授，主要承担低升糖指数蔗糖无硫绿色制备方法（第 1 项科技创新）、超声强化多级膜分离制备食用安全焦糖色素方法（第 2 项科技创新）、高价反离子树脂再生及低浓度二氧化碳强制饱充方法（第 3 项科技创新）的研发和应用工作，于 2013 年 2 月获得广东省科学技术奖一等奖（技术发明）。

广西和新疆分别是全国最大的甘蔗糖和甜菜糖大省（区）。项目完成人何华柱和杨永军分别来自广西和新疆，其中：

何华柱为广西永鑫华糖集团有限公司副总裁，共同成功申报广东省科学技术奖一等奖“高值化糖品绿色加工关键技术及应用”（2013 年），自 2007 至今是“烟道气饱充澄清技术”和“黄金砂糖”产业化示范和技术成果推广的主要完成人，对应于第 1 项和第 3 项科技创新；与华南理工大学合作发表成果相关论文 1 篇，论文名称“改性蔗渣纤维素对糖蜜吸附作用的研究”（现代食品科技，2012,28（5）：502-504）；与华工合作制修订《块糖》行业标准（QB/T 4562-2013）。

杨永军为新疆绿翔糖业有限责任公司副总经理，在 2007-2016 年高值化糖品绿色加工关键技术在新疆绿翔糖业推广的负责人；与华南理工大学合作专利 ZL201010571078.0 和 ZL201110139526.4 均已授权，对应于第 3 项科技创新。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同获奖	于淑娟/1	97.9-16.12	广东省科技奖一等奖：高值化糖品绿色加工关键技术及应用（2013）	附件6	
2		扶雄/2	97.9-16.12			
3		朱思明/5	01.9-16.12			
4		赵振刚/8	05.9-16.12			
5	共同知识产权	朱思明/1 杨永军/4	07.10-16.12	制糖脱色脱钙树脂的再生方法及再生废液的回用方法（ZL 201010571078.0）、一种基于制糖乙蜜和稀汁脱盐的无机钾盐制备方法（ZL 201110139526.4）	附件1-2	
6	其他	于淑娟/3 何华柱/10	07.9-16.12	共同制修订标准《块糖》QB/T 4562-2013	附件11	
7	共同知识产权	于淑娟/1 朱思明/2	06.11-16.10	天然有色糖品的生产方法（ZL 200610123668.0）	附件1-3	
8	共同知识产权	于淑娟/1 扶雄/3	05. 1-16.10	一种利用烟道气作澄清剂的制糖工艺（ZL 200510032858.7）；一种利用糖厂滤泥制成的气体吸附剂及其在处理锅炉烟气中的应用（ZL 02134896.0）；用糖蜜发酵废液制备结晶无机钾盐与饲料添加剂的方法（ZL 200910040830.6）	附件1-2	

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：

代表性论文 10 篇：

- Guan YG, Zhu SM, Yu SJ, Xu XB, Zhu LC. **Possible mechanism for inhibiting the formation of polymers originated from 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde by sulfite groups in the dairy thermal process [J].** JOURNAL OF DAIRY SCIENCE, 2013, 96(5): 2826-2831
- Guan YG, Yu P, Yu SJ, Xu XB, Wu XL . **Short communication: Simultaneous analysis of reducing sugars and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde at a low concentration by high performance anion exchange chromatography with electrochemical detector, compared with HPLC with refractive index detector [J].** JOURNAL OF DAIRY SCIENCE, 2012, 95(11): 6379-6383
- Zhang PJ, Zhao ZG, Yu SJ, Guan YG, Li D, He X. **Using strong acid-cation exchange resin to reduce potassium level in molasses vinasses [J].** Desalination, 2012, 286: 210-216
- Guan Y, Wang SL, Yu SJ, Yu SM, Zhao ZG. **Changes in the initial stages of a glucose-proline Maillard reaction model system influences dairy product quality during thermal processing [J].** JOURNAL OF DAIRY SCIENCE, 2012, 95(2): 590-601
- Guan YG, Zhang BS, Yu SJ, Wang XR, Xu XB, Wang J, Han Z, Zhang PJ, Lin H. **Effects of Ultrasound on a Glycin-Glucose Model System-A Means of Promoting Maillard Reaction [J].** FOOD AND BIOPROCESS TECHNOLOGY, 2011, 4(8): 1391-1398.
- Guan YG, Shi WH, Yu SJ, Xu XB. **Ultrafiltration of caramel color solutions reduces 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde [J].** JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, 2011, 380(1-2): 9-12
- Zhao ZG, Zhu LC, Yu SJ, Saska M. **Partial purification and characterization of polyphenol oxidase from sugarcane (Saccharum officinarum L.) [J].** ZUCKERINDUSTRIE, 2011, 136(5): 296-301.
- Zhu LC, Zhao ZG, Yu SJ, Zhu SM. **Isolation and purification of flavonoid glycosides from sugarcane (Saccharum officinarum L.) juice by high-speed counter-current chromatography [J].** INTERNATIONAL SUGAR JOURNAL, 2010, 112(1333): 24-29.
- Guan YG, Wu XL, Yu SJ, Xu XB. **Proposed formation mechanism, antioxidant activity and MDA-MB-231 cells survival analysis of two glucose-ammonium sulfite caramel colour melanoidins fractions [J].** CARBOHYDRATE POLYMERS, 2011, 86(2): 948-955.
- Yu SJ, Gao DW, Qin ZR. **Utilization of the saccharate resin regeneration process in a sulphitation sugar factory [J].** ZUCKERINDUSTRIE, 2001, 126(7): 552-555.