



内部资料

发酵工业

FERMENTATION INDUSTRY

9

2020

生物发酵产业权威资料 / 行业信息传播平台

总第338期



祝贺

中国生物发酵产业协会第三次会员代表大会

暨中国生物发酵产业协会

成立三十周年表彰大会

圆满闭幕



聚焦中国生物发酵产业协会 第三次会员代表大会六大看点

主办单位：中国生物发酵产业协会

协办单位：梅花生物科技集团股份有限公司

CONTENTS

2020 9
总第 338 期

行业聚焦 INDUSTRYFOCUS

- 4 聚焦中国生物发酵产业协会
第三次会员代表大会六大看点
三十载辉煌历程 谱写发展新篇章

研究开发 RESEARCH&DEVELOPMENT

- 15 玉米淀粉生产中副产物管束干燥过程中节能工艺研究
- 20 安全高效功能性红曲生产工艺的开发及产业化

目录 | CONTENTS

31 多种除臭技术组合实现氨基酸发酵企业废气达标排放

37 水溶性膳食纤维的生理功能及其在食品中的应用

数据 DATA

43 2020年1-7月有关产品进出口情况

通知公告 NOTICE&ANNOUNCEMENT

46 关于征集氨基酸及相关产业2020-2021年度国家标准、行业标准及团体标准制修订建议的通知

47 关于举办“生物制造产业前沿技术与生物安全防控高级研修班”的通知

49 中国生物发酵产业协会入会申请书



编印单位：中国生物发酵产业协会
网 址：www.cbfi.org.cn

主 编：石维忱

编 委（按姓氏笔画排名）：

于昌德 于培星 牛继星
王兆光 王 勇 王星云
王新建 王德辉 王 晋
田玉兰 白 钢 冯志合
卢 涛 朱新建 刘宗利
刘顺启 江保安 李学纯
李世勇 李建军 陈 刚
陈尧乐 陈桂贞 陈德水
宗伟刚 俞学锋 贺俊士
夏令和 袁建国 寇光智
谢海华 程少博 詹志春

编 辑：关 丹

法律顾问：赵一方

编辑出版：《发酵工业》编辑部

电 话：010-68396573

电子邮箱：gd1104@163.com

地 址：北京市西城区阜外大街
乙22号502室

邮政编码：100833

设计印制：北京科信印刷有限公司

8月25日，中国生物发酵产业协会第三次会员代表大会暨协会成立三十周年表彰大会在上海召开。第十二届全国人大内务司法委员会委员、中央编办原副主任、中国轻工业联合会党委书记、会长张崇和出席并讲话。中国轻工业联合会秘书长杜同和、副会长贾志忍出席大会，并为获奖个人和单位颁奖。中国轻工业联合会兼职副会长、中国生物发酵产业协会理事长石维忱做协会第二届理事会工作报告。

大会以无记名投票方式，选举产生了由184名理事组成的协会第三届理事会，由51名理事组成的第三届常务理事会，由5名同志组成的监事会。于学军当选理事长，王洁、马振华、周海龙、冯志合当选专职副理事长，王洁兼任秘书长，聘请石维忱为第三届理事会名誉理事长。第三届理事会理事长于学军做了“创新引领 绿色保障 助力生物发酵产业高质量发展”的第三届理事会工作思路报告。同时，举办的中国生物发酵产业发展院士论坛邀请了江南大学教授、原江南大学校长、中国工程院院士陈坚，浙江工业大学教授、生物工程学院院长、中国工程院院士郑裕国，中国农业科学院饲料研究所研究员、副所长、中国工程院院士姚斌做主题报告。

中国轻工业联合会执行秘书长陈建国，中国轻工业联合会党建人事部主任杨曙光莅临会议。来自中国生物发酵产业协会会员代表及地方政府代表、媒体近500人参加了会议。

此次会议由梅花集团独家承办。



聚焦中国生物发酵产业协会 第三次会员代表大会六大看点

三十载辉煌历程 谱写发展新篇章

看点一：高速高质量发展

中国轻工业联合会会长张崇和在讲话指出，生物发酵产业是国家战略性新兴产业，也是重要的民生产业。生物发酵产业不仅为食品工业做出了重要贡献，也为农业、轻工、医药、纺织、能源等行业提供了有力支撑，同时推动了农产品加工产业链条的延伸，提高了农产品的附加值。



张崇和会长回顾了生物发酵行业三十年来取得的丰硕成果以及协会卓有成效的工作。指出行业通过三十年的努力，产业规模不断壮大，2019年主要产品产量3065万吨，产值2557亿元，出口量527万吨，出口额54亿美元。氨基酸、有机酸、淀粉糖、酵母等20多个产品产量位居世界第一；企业勇于改革，大胆创新，取得丰硕技术创新成果，46个项目获得国家科技奖励；行业绿色制造水平大幅提升、资源消耗大幅下降，行业节能减排、绿色发展取得显著成效；协会近五年在政策研究、谋划布局、标准建设、绿色发展、搭建平台等方面开展了卓有成效的工作。

看点二：协会工作扎实、全面



中国生物发酵产业协会第二届理事会理事长石维忱在五年工作汇报时指出：

过去五年，协会加强政策研究，当好政府助手。向有关部委提出产业政策修改建议60余条，编制产业发展报告、调研报告、项目报告30余项，推荐项目编入《国家重大工艺、技术、装备目录》、《国家重点推广的低碳技术目录》30余个，完成清洁生产评价、污染物排放控制等课题10余项，完成

地方政府委托任务近20项，得到有关部委和地方政府的好评。

过去五年，协会注重谋划布局，引领创新发展。制定《“十三五”生物发酵产业发展规划》，授予企业行业中心5个、共建中心6个，推荐组建中国轻工业工程技术研究中心5个、中国轻工业重点实验室18个，推广技术成果154项，组织开展喷浆造粒烟气异味处理工艺研发、谷氨酸发酵废液厌氧发酵生产沼气工艺研发等多项行业共性课题研究，解决了行业发展瓶颈问题，推动绿色创新发展。

过去五年，协会重视节能环保，推进绿色发展。组织开展“节能环保领军企业”、“节能环保推荐企业”宣传活动5次，69家企业获得荣誉；推行“绿色制造”评价工作，11家企业36款产品获得“绿色制造标识”，有力推动了行业绿色发展水平。

过去五年，协会搭建多种平台，促进行业交流。召开重点企业座谈会22场，行业主题交流会130余场，培训班12期，公益活动1次，出访交流活动5次，专业展会10次；举办“氨基酸科普宣传”、“淀粉糖宣传周”等活动；出版《发酵工业》杂志60期，刊发产业文章近千篇，为促进行业交流发挥了积极作用。

看点三：生物产业人才辈出

从我国迈出生物产业发展的第一步，到成为世界第一发酵大国的有序推进，每一项决策都是碰撞后的谋略。每一个谋略，都成就了我国生物发酵产业的一次华丽蝶变。每一次蝶变，都凝聚了成千上万“发酵人”的智慧和汗水。他们在默默无闻地为我国生物发酵产业做着贡献，用睿智和勤劳铸就了现在的辉煌。

为了表彰三十年来对我国生物发酵产业做出突出贡献的管理者、企业家、重点单位和科研院所，协会评选出行业

功人物 13 人，行业精英 54 人，国际合作 1 人，行业创新贡献 40 家企业，协同创新 13 人，创新贡献（高校、科研院所）24 家，突出贡献 18 家，以表达对他们的崇敬之意。

同时，协会聘请孙宝国院士、谭天伟院士、朱蓓薇院士、吴清平院士、岳国君院士、陈坚院士、郑裕国院士、陈卫院士、姚斌院士、路福平教授十位同志为**中国生物发酵产业发展战略首席专家**。



张崇和会长为行业功勋颁奖



行业精英奖获得者



协同创新奖获得者



中国生物发酵产业发展战略首席专家

看点四：新领导班子任重道远

中国轻工业联合会会长张崇和对新一届领导班子给予了厚望，他指出：

一要坚守协会初心使命。协会要坚守服务好会员、为行业谋发展的初心，牢记服务行业、服务企业、服务政府、服务社会的使命宗旨；要结合行业发展需要，主动争取政策，认真学习政策、深入研究政策，正确宣传政策，加强对企业的指导；要加强行业调研，研究行业热点、难点问题，及时反映本行业企

业诉求，争取政府支持；在疫情防控常态化情况下，要深入了解企业需求，指导行业企业打通堵点，连接断点，攻克难点，推动有效复工复产，推动生物发酵行业行稳致远。

二要推动行业创新升级。协会要倡导创新驱动发展，引聚行业创新资源，加快调结构、转方式，推动产业转型升级；要推动行业科技创新，完善行业科研和技术研发体系，指导行业加强跨界联合，集中优势力量，突破瓶颈问题；按照初步规划，“十四五”期间，要组织发酵行业攻克工业微生物基因组设计改造、酶定向进化改造、生物分离提取等 15 项“卡脖子”关键核心技术；要指导行业加大科研力度，研发新原料、新工艺、新装备，满足市场需求；要优化标准体系建设，提升标准质量水平，加大产品和方法标准制定力度，“十四五”末力争完成制修订评价方法标准 20 项以上，产品标准 40 项以上，良好生产规范、绿色体系标准等标准 10 项以上，实现以高水平的标准引领行业高质量发展。

三要服务“六稳”“六保”。协会要引导生物发酵企业，稳定企业自身、稳定就业、稳定外贸、稳定市场预期；要指导生物发酵企业保产业链，保供应链；要鼓励生物发酵企业推进产业扶贫，开展公益活动。

四要坚持绿色生态发展理念。协会要引导发酵行业坚持“绿水青山就是金山银山”的理念，大力推进发酵废醪液低碳资源化、无机固体废弃物和有机黏稠污泥的减量化与资源化，“十四五”末力争实现单位产品废水排放降低 10%，废气、废渣排放降低 20%；要引导发酵行业，建立绿色低碳循环生产体系，创建绿色工厂，引导绿色消费，推进绿色生态发展。

五要精心编制“十四五”规划。协会要认真总结行业“十三五”规划实施的情况、成绩和问题，深入分析产业发展面临的瓶颈和短板问题，分析面临的机遇和挑战，明确“十四五”期间行业发展的指导思想、目标原则、发展战略、重点任务和政策措施，科学、严谨、务实、有效地编制好“十四五”发展规划，引领产业向生物制造强国迈进。



第三届领导班子合影

六要培育建设优秀协会。协会要与时俱进、开拓创新，在服务行业企业中练好内功、提升能力；要坚持党建引领，贯彻落实国资委《行业协会党建管理办法》，发挥党组织战斗堡垒作用，发挥党员先锋模范作用；要注重后备人才培养，加强干部队伍建设，提升协会现代化治理能力，努力建设凝心聚力、自强不息、政府信赖、行业依托、企业满意、不可或缺的职业化一流协会。

看点五：新思路助推行业发展

于学军在发言中表示，张崇和会长的讲话，对协会工作给予了肯定，为协会发展指明了方向。我们要贯彻落实张崇和会长的要求，新一届理事会的主要工作任务：

1、发挥协会职能，服务政府和会员

一是做好十三五产业规划执行情况的总结评估，精心组织编制好《中国生物发酵产业“十四五”发展指导意见》，明确各分行业发展方向和重点任务，引领产业向强国迈进。

二是做好政府参谋，深入开展产业调研，结合国家产业政策和国家战略，提出政策建议、争取政策支持。

三是全心全意为会员服务，针对企业诉求和遇到的发展问题，做到快速反应，精准服务，在服务行业企业中练好内功、提升业务能力，发挥党组织战斗堡垒作用和党员先锋模范作用，加强干部队伍建设，提升协会现代化治理能力，按照新时代新要求，努力把协会建设成为凝心聚力、自强不息、政府信赖、行业依托、企业满意、不可或缺的职业化一流协会。



于学军理事长做未来工作思路报告

2、坚持创新驱动，推动高质量发展

一是针对产业发展中存在的关键技术短板，集结优势科技和产业创新团队和资源，建设工业核心菌种、工业酶制剂、功能性发酵制品等联合攻关创新平台，瞄准“卡脖子”问题，组织跨行业、跨领域、上下游联动，产学研协同，突破一批具有自主知识产权的共性核心技术。

二是针对大健康产业等领域的发展需求，不断拓展产品应用领域，研究开发新型功能发酵制品、高附加值复合型功能性益生菌发酵制品等，满足人民对美好生活的需求。

三是补齐产业链短板，加强新原料的发掘，加快现有可替代原料加工性能的评价和改造，逐步降低对玉米原料的依赖度。

3、坚持绿色智能，助力产业升级

一是建立绿色低碳技术服务专项中心，推进生物发酵绿色低碳（生态设计）产业升级；大力推动先进膜分离、色谱分离、连续离交等清洁生产技术的高效利用；组织氨基酸行业发酵废醪液绿色低碳资源化、有机黏稠污泥和有机酸行业无机固体废弃物减量化与资源化技术开发与推广。突破废气、固废制约行业发展的瓶颈。

二是定期发布行业绿色产品、绿色装备等系列名录，建立行业绿色制造良好生态。

三是建立基于大数据——细胞代谢机理混合驱动的智能管控系统，实现生物发酵过程实时在线智能分析、诊断与精确控制；建立智能化分离纯化与产品精制过程调控系统，实现高效、高质量生产。

4、优化标准体系，引领行业高质量发展

按照生物发酵行业标准体系框架，一是完善和补充产品标准；二是完善评价方法标准制定；三是加快良好生产规范、绿色体系、智能化体系标准等相关基础、通用标准的制修订。“十四五”末完成制修订标准 70 项以上，以先进标准引领行业高质量发展。

5、加强人才建设，提升职业技能

一是宣传行业精英人才的事迹，以典型人物的实践经验，激励新一代行业高素质人才快速成长；二是持续开展行业高端管理人员培训；三是组织编制职业技能培训教材，形成行业职业技能培训规范；四是定期组织高校学生和企业青年职工进行生物发酵“知识+技能”竞赛，为行业发展做好基本员工后备力量储备。

6、打造优秀产业集群，培育新区域新集群

一是继续对山东省禹城市“中国功能糖城”和山东省昌乐县“中国柠檬酸特色产业基地”的发展给予支持指导总结推广两个产业基地发展经验；二是加快渭南中国酵素城的培育；三是适时选择新产业、新区域开展产业集群培育，打造若干个生物发酵产业集群，推动我国生物发酵产业的集群式和应用链联动的协同发展。

7、持续开展国际交流，服务企业走出去

一是继续办好分行业国际论坛，加强与国际科技、法规标准和相关国际组织之间的交流对话，增进相互了解，为建立合作关系打好基础。二是定期组织行业企业走出去学习考察。三是总结会员企业

海外布局的成功案例，适时组织会员单位之间的经验交流，对有意愿走出去的企业，提供政策、法律和信息服务等方面的服务。

看点六：院士论坛精彩纷呈

《未来食品与发酵工程技术》

——陈坚院士



陈坚院士围绕未来食品与发酵技术，从食品合成生物学、食品智能制造、食品感知科学和特需功能食品加工技术四个方面展开论述，重点介绍了面向人造肉制造的发酵工程技术以及基于人工智能的食品制造技术的研究进展。其研究进展表明未来食品与发酵工业紧密关联，绿色制造技术的创新将成为食品产业可持续发展的新驱动，食品全链条技术的融合将成为食品产业的新模式。

《生物工业的创新与发展——以糖尿病治疗药物的生物制造为例》

——郑裕国院士



报告以重大疾病糖尿病治疗药物的生物制造为例，介绍了生物工业创新与发展的重要历程。文中对糖尿病的主要病理机理，治疗药物的种类、作用机制与开发现状进行了系统介绍，并着重介绍了胰岛素（动物源胰岛素、重组胰岛素、胰岛素类似物）、 α -糖苷酶抑制剂（阿卡波糖、伏格列波糖、米格列醇）、DPP-4 抑制剂、GLP-1 受体激动剂等糖尿病治疗药物的生物制造历程。涉及 DNA 重组技术、蛋白质修饰技术、高通量筛选技术、规模化发酵技术、多酶催化技术、酶分子改造技术等生物制造关键技术 in 糖尿病治疗药物开发与生产中的应用。最后，从药物创新和技术创新角度，对糖尿病药物生物制造未来发展趋势进行了分析和预测。

《饲用酶研发与应用新方向》

——姚斌院士

报告分析了我国养殖业高质量发展面临着诸多问题，包括饲料粮短缺、饲料禁抗、饲料原料及畜产品安全、养殖环境污染等，而饲料用酶可以有效缓解这些问题。报告还介绍了饲料用酶从开始商品化应用至今将近40年的时间我国饲料用酶从技术、品种、功能及应用等方面得到了全面发展的历程，并指出了今后的发展方向。



看点七：展会论坛精心打造

8月26日上午，“2020第八届上海国际生物发酵产品与技术装备展览会”、“2020第六届上海酵素博览会”在上海新国际博览中心隆重开幕。中国轻工业联合会会长张崇和，副会长贾志忍，兼职副会长、中国生物发酵产业协会名誉理事长石维忱，中国轻工业联合会执行秘书长陈建国，中国生物发酵产业协会理事长于学军、副理事长兼秘书长王洁、副理事长马振华到展会现场予以指导，中国生物发酵产业协会展览部主任卢涛、上海信世展览服务有限公司相关负责人陪同参观。

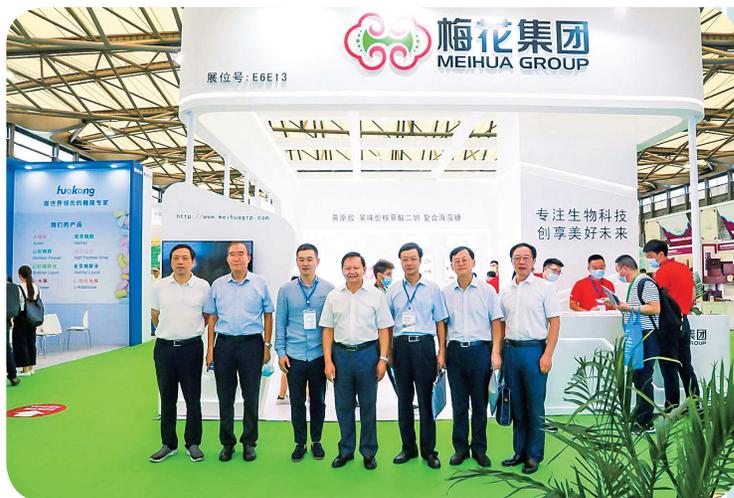
张崇和会长参观了梅花集团、安琪酵母、中国酵素城、上海本优、镇江东方、上海保兴、大益微



张崇和会长一行参观展会



生物公司、海济润生、恒利康等企业展区，并认真听取工作人员讲解，仔细了解产品功能，详细询问有关情况。他表示，生物发酵产品直接关系到食品安全、功能、口味和品质，生物发酵产业要坚持人民至上原则，生产让百姓放心的产品，并特别指出让酵素走进寻常百姓家，让酵素赋能大健康生活。他还指出，企业要紧跟发展趋势，加大研发，加强科技创新，坚持绿色发展，不断提高产品品质，丰富产品种类，加强品牌建设，共同推动生物发酵行业走向更加美好的明天。



玉米淀粉生产中副产物管束干燥过程中节能工艺研究

◎宋亚妮, 李树标, 薄文文

内蒙古阜丰生物科技有限公司 山东阜丰发酵有限公司

【摘要】通过将管束干燥过程中产生的二次蒸汽经过多次汽液分离收集后用于蒸发浓缩, 同时将收集的有机冷凝水经过流式厌氧污泥床反应器 (UASB) 和好氧硝化反硝化技术 (ASND) 进行生化处理, 净化废水的同时产生沼气。一方面解决了管束干燥副产物过程中二次蒸汽浪费问题, 实现了蒸汽余热能的再利用, 节约了能源消耗; 另一方面又克服了有机废水污染的问题, 为实现管束干燥节能工艺的进一步应用提供了理论依据及实践经验。

【关键词】管束干燥; 二次蒸汽; 节能
中图分类号: TS239 文献标志码: A

Study on energy saving technology of corn by-product tube-bundle drying process

Abstract: Secondary vapor from tube-bundle drying was collected through several times of vapor-liquid separation and used for evaporation and concentration processes. Meanwhile, the collected organic condensate water was biochemically treated by flow anaerobic sludge bed reactor (UASB) and aerobic nitrification and denitrification technology (ASND) and used to produce biogas during the treatment. This technology could solve the issue of secondary steam in the process of pipe-bundle drying, reuse heat energy from steam waste and decrease the consumption of energy. Additionally, it circumvents the pollution of organic wastewater and provides theoretical basis and solutions for the application of energy-saving technology in pipe-bundle drying.

Keywords: tube-bundle drying; secondary vapor; energy saving

玉米淀粉是氨基酸发酵中最常用的原料，经液化、糖化后作为发酵碳源应用于发酵工业。^[1]玉米淀粉加工工艺按性质不同分为干法工艺和湿磨法工艺，湿磨法淀粉生产因其效率高、产品质量稳定，目前占淀粉生产的95%以上。^[2]该工艺特点是玉米经过浸泡、破碎、胚芽旋流分离、纤维洗涤分离、麸质分离与浓缩等主要工艺，除了分离纯化得到65%以上的淀粉主产品外，还同时得到玉米浆、玉米胚芽、玉米麸质和玉米渣皮等副产物。^[3]

在对这些副产物进行干燥过程中，管束干燥机是最普遍使用的干燥设备，其工作流程包括：过程湿料→脱水机→管束干燥机→循环烘干→筛分或粉碎→成品包装。主要特点是将大量生蒸汽通过管束干燥机内部的加热管，将热量通过热传递及热辐射的方式传递给加热管外部的湿物料，使湿物料温度上升，将物料内部水分汽化并排除，从而达到烘干的目的。^[4]

虽然管束干燥具有蒸发强度高，换热面积大等特点，但也存在着含有有机物料的二次蒸汽外排、被干燥出来的废蒸汽和管束干燥使用的生蒸汽冷凝水中的热量未被充分利用等环保与能源浪费问题。随着市场竞争的加剧及环保力度的加大，企业节能减排、清洁生产的要求日益迫切，笔者结合生产实践以及对比现有节能工艺，对管束干燥中二次能源回收利用展开研究，以期设计出适合玉米淀粉生产中副产物烘干环节的节能工艺，实现余热再次利用的同时达到有机废水的有效处理。

1 管束干燥机的结构及工作原理简述

管束干燥机主要由供料螺旋输送机、筒体、蒸汽换热管束、蒸汽室、抄板等主要部件组成。^[5]蒸

汽换热管束是干燥机的核心部件，蒸汽与物料的热交换主要通过它进行，搅动疏松物料及导引物料前进的抄板安装在换热管束的外缘。此外还包括管板、进出蒸汽的连接轴封头等。^[6]

管束干燥机的干燥原理：物料用进料绞龙从侧面的进料口进入机内，通过装在管束外缘的抄板，一面把物料抄起，一面推动物料前进，从进料端一直推进到另一端的出料口出来为止。^[7]在这一过程中蒸汽从管束一段进入封头，并且在管束中均匀分布，蒸汽和物料可以是顺流或逆流方向。通过管壁接触从而使物料得到加热和干燥，经过热交换后，蒸汽降温后形成冷凝水由管束另一端排出，干燥产生的废气被引风机引出，经过除尘后排出。^[8]

2 管束干燥中余热利用工艺

玉米副产物干燥过程中，为了保持管束干燥机烘干效率的稳定，生产过程中需要一直消耗生蒸汽（约270℃）以维持恒定的干燥温度，消耗的蒸汽降温后转化为冷凝水，温度为90-100℃，通过疏水阀排出设备。

为了利用这部分蒸汽热能，通常是将这部分凝结水汽混合物进行闪蒸或利用废热回收塔回收后用于蒸发器浓缩物料。^[9]但该工艺需要配备闪蒸或废热回收塔等专用设备，成本较高。

此外，在管束干燥烘干过程中，还会产生部分含物料的二次蒸汽（80-90℃），这部分含物料的二次蒸汽具有大量的热能，同时含有较多的有机污染物，治理难度较大，如果简单地外排后会造成极大的蒸汽热能浪费与环境污染。有企业将管束干燥机的机壳内部改造上一个密闭的低于大气压的真空密封空间，将粉体物料干燥时产生的二次蒸汽洗涤

除尘后，将二次蒸汽降温冷凝成二次冷凝水，二次冷凝水、二次蒸汽冷凝所用的循环冷却水和生蒸汽冷凝产生的一次冷凝水一起输送至空气换热器，空气换热器吸收一次冷凝水及二次冷凝水中的余热，并利用该余热对管束干燥机干燥后的粉体物料进行二次干燥。^[10]该方法虽然有效解决了二次蒸汽利用问题，但工艺复杂，设备投入较多。

针对现有管束干燥过程中存在的问题与不足，笔者结合生产实际，对管束干燥过程中的余热利用方法进行研究，提出了管束余热利用的新方法。

该方法首先将管束烘干过程中排出的高温冷凝水经收集管道从喷射器喷入冷凝水回收罐，经一次汽水分离后的冷凝水由水泵输送循环经过喷射器完成多次汽水分离，温度下降的低温冷凝水经水泵排出作为工艺用水进入水循环。接着冷凝水回收器分离汽液之后高温蒸汽和管束干燥机中出来的含物料的二次蒸汽混合，再次经过冷凝水回收器分离，进

一步收集余热。最后将经过气液分离收集的二次蒸汽部分经余热管道输送到蒸发器一效加热室（温度控制 80-90℃）用于谷氨酸发酵氮源原料玉米浆的浓缩余热。^[11]具体流程如图 1 所示。

该工艺实现了玉米淀粉生产中副产物烘干过程中二次蒸汽的利用，不仅包括管束干燥机排出的冷凝水汽混合物，也包括管束干燥机中出来的含物料的二次蒸汽；而且冷凝水经过收集后作为工艺用水，节约了水资源。

3 管束干燥中冷凝废水处理工艺

发酵相关产业生产过程会产生大量的有机废水，主要包括提取氨基酸后产生的废水、浓缩冷凝水、糖化废水（中浓废水）、设备清洗水（低浓废水）、管束干燥冷凝水、循环冷却排污水等生产废水，

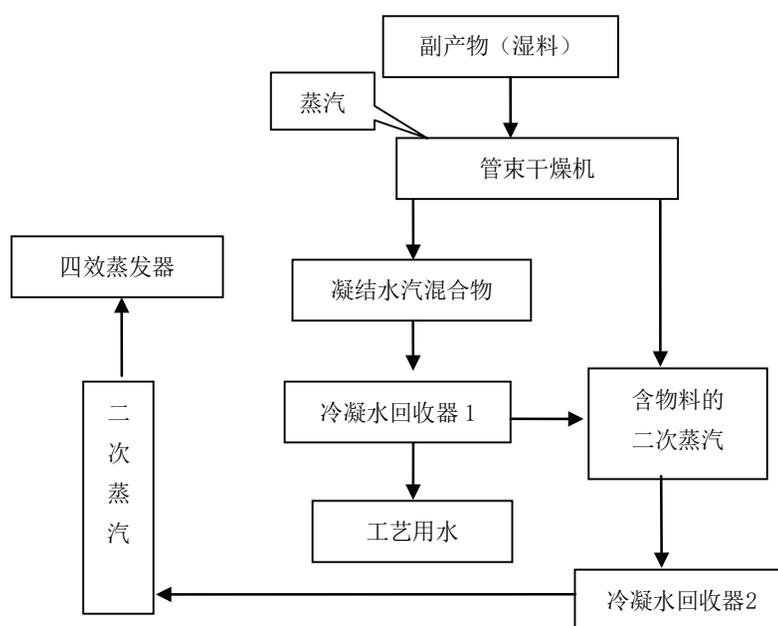


图 1 管束干燥中余热利用工艺
Fig.1 Tube bundle dryer residual heat utilization process

如何有效解决有机废水问题是各企业所面临的主要环保问题。^[12]

管束干燥过程中含物料的二次蒸汽经过冷凝水回收器分离汽液后收集的冷凝水含有部分物料，同样属于有机废水，为满足达标排放且实现资源最大化利用，笔者在结合现有有机废水处理工艺基础，将管束干燥过程中产生的有机废水收集后打入调节罐，调节 pH 后利用上流式厌氧污泥床反应器（UASB）进行集生物反应与沉淀于一体的高效厌氧反应，净化废水的同时产生沼气。接着将反应完全的水通过好氧硝化反硝化技术（ASND）进行生化处理，达标水进行外排或重新用于生产。工艺流程如下图 2 所示。

该工艺通过上流式厌氧污泥床反应器（UASB）和好氧硝化反硝化技术（ASND）联合使用，不仅

逐步降低了有机废水的 COD，而且利用废水中的有机物生产出沼气，即实现了能源的充分利用，又减轻了对环境的污染，达到了节能减排的要求。

4 结论

随着环保压力的加大以及企业节能减排的要求，生产中能源最大化应用，降低污染物排放已成为企业健康发展的新要求，本文提出的节能工艺，一方面解决了管束干燥副产物过程中二次蒸汽浪费问题，实现了蒸汽余热热能的再利用，节约了能源消耗；另一方面又克服了有机废水污染的问题，有机废水经处理再生沼气后完成达标排放，即解决了有机废水污染问题，又节约了能源。对以管束烘干为主要烘干工艺的企业具有一定的借鉴或参考意义。

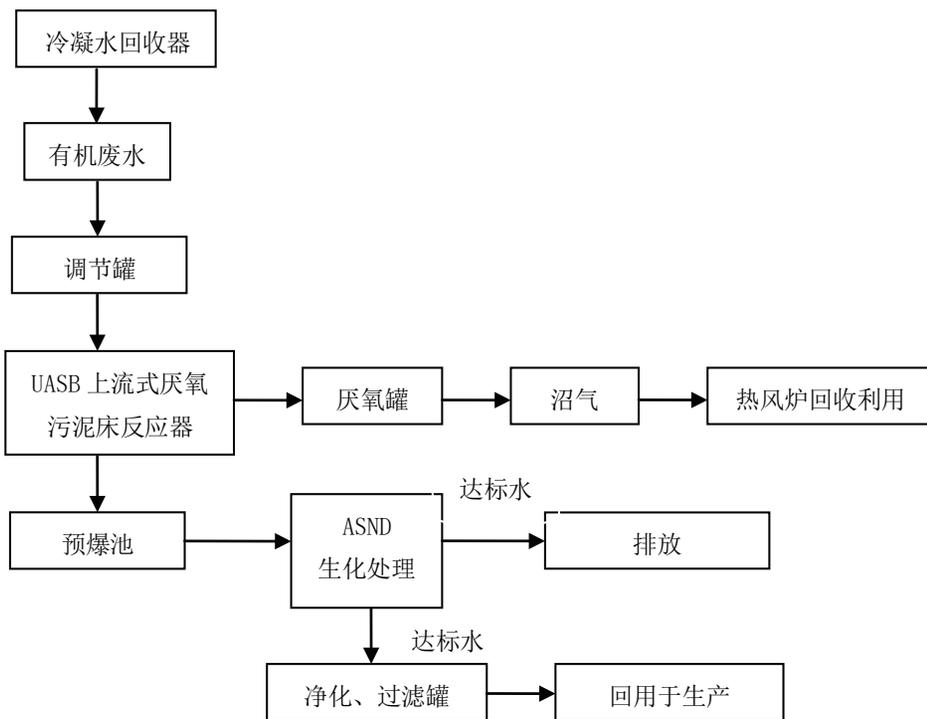


图 2 管束干燥中有机废水处理工艺
Fig.2 Tube bundle dryer organic wastewater utilization process

【参考文献】

- [1] 李燕军, 范晓光. 氨基酸发酵工业中原料替代的思考[J]. 发酵科技通讯, 2015, 44(02): 57-64.
- [2] 李凤祥. 湿磨法淀粉工艺耗水现状分析[J]. 吉林工商学院学报, 2010, 26(05): 52-54.
- [3] 陆启明, 陈志成, 何爱丽. 玉米淀粉加工副产物玉米蛋白粉的应用与开发[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(03): 467-474.
- [4] 赵刚. 对玉米管束干燥机的原理和使用的分析[J]. 中国机械, 2013, (13): 89-89.
- [5] 隋国亮, 刘月红, 杜翎. 美国大型玉米湿磨工厂的脱水与干燥设备[J]. 粮食与饲料工业, 2011, (6): 23-24,27. DOI:10.3969/j.issn.1003-6202.2011.06.007.
- [6] 夏红军. 管束干燥机的设计、制作与选用[J]. 粮食加工, 2004, 29(1): 38-40. DOI:10.3969/j.issn.1007-6395.2004.01.015.
- [7] 姜昭芬. 高效节能干燥机——管束干燥机[J]. 中国油脂, 2001, 26(1): 60-61. DOI:10.3321/j.issn:1003-7969.2001.01.023.
- [8] 胡斌. 试论提高管束式干燥机干燥能力的有效途径[J]. 食品安全导刊, 2016, (18):125-125.
- [9] 卢继昌, 马志研. DDGS 生产中二次蒸汽的利用及节能改造[J]. 中国化工贸易, 2014, (18):282-282,283. DOI:10.3969/j.issn.1674-5167.2014.18.267.
- [10] 孙发喜. 废热用于气流干燥的真空管束干燥系统. ZL201510985468.5[P]. 2016-04-06
- [11] 王婷, 张德志, 蔡柠匀, 陈宁, 徐庆阳. 玉米浆在发酵工业中的应用及研究进展[J]. 发酵科技通讯, 2018, 47(04): 245-248.
- [12] 赵兰坤, 徐大海, 范婷婷, 刘世周, 郇月伟. 氨基酸发酵废水的分类处理和利用[J]. 发酵科技通讯, 2018, 47(03): 180-183.

安全高效功能性红曲生产工艺的开发及产业化

◎景万星¹，蔡迎春¹，魏萍¹，徐玲¹，肖启荣¹，姚继承¹

1. 武汉佳成生物制品有限公司，武汉 430000；2. 湖北省食品发酵工程技术研究中心，武汉 430000

【摘要】红曲米在我国已有上千年的发展历史，它应用广泛，对人类的健康很有好处。本研究中，以自有菌株 *M. purpureus* JCT4 作为出发菌株，通过紫外诱变，经固态发酵筛选得到低产橘霉素且高产 Monacolin K 的菌株 *M. purpureus* JCT4-1。与原始菌种相比，其 Monacolin K 产量提高了 33.65%，橘霉素产量降低了 16.43%。经过一系列的小试试验和中试试验，形成了比较稳定的生产工艺，在连续三批次的 500kg 级别的中试试验和三批次 1200kg 级别的生产试验中都取得了较好的结果。最优的培养工艺为：1000L 发酵罐种子液中菌丝体鲜重达到 30g/L 以上，固体培养基装量 500g/1L 瓶，接种量为 10%，38℃ 培养两天，然后 22℃ 低温培养。22℃ 培养 20 天，功能性红曲产率均在 60% 以上，Monacolin K 的含量均大于 2.80%，其中酸式结构的比例都大于 70.00%，橘霉素含量都小于 2.80μg/kg。本研究为我国安全型高效功能红曲的大规模产业化生产提供了可借鉴的经验，同时改善了功能红曲产品的品质，推动了功能性红曲产业的持续发展。

【关键词】红曲；Monacolin K；橘霉素；功能性红曲；固态发酵



红曲，又称神曲、丹曲、红曲米，是用红曲霉发酵生产的一种独特的食品和中药材。在我国已有一千多年的历史，是我国先民的伟大发明（傅金泉等，2017）。红曲有消食、活血、健脾、降血压、降血脂、降血糖、抗菌，抗氧化、抗糖尿病、抗炎、抗阿尔茨海默病、抗高胆固醇、抗癌等功效，不仅如此，还是一种纯天然的食用色素，可用来做红烧肉、制作腐乳、红曲酒等（Kuba et al., 2009; Liao et al. 2014; Hsieh et al, 2003; Lee et al., 2013; Mohan et al, 2011; Shi et al, 2011）。

1979年，远藤章从 *Monascus ruber* 的发酵液中，分离出能抑制胆固醇生物合成途径关键酶羟甲基戊二酰辅酶 A (HMG-CoA) 还原酶活性的物质，称为莫那可林 K (Monacolin K) (Endo et al.1979; Endo et al.1985)。莫那可林 K (Monacolin K) 是理想的降血脂药物，它有两种结构，即内酯式结构和酸式结构（陈蕴等，2008）。目前市场上降脂药物的主要成分是内酯式 Monacolin K，即洛伐他汀 (Lovastatin)，它是一种前体药物，服用后必须经过人体肝脏分泌出的羟基酯酶水解成酸式结构才具有活性，但有少数人体内分泌的羟基酯酶量不足或活性低下，导致对内酯式的 Monacolin K 水解不完全，产生毒副作用，导致横纹肌溶解而疼痛，同时也增加肝、肾的负担。天然发酵得到的功能性红曲米中的 Monacolin K 绝大部分是酸式结构，它不需要人体内的羟基酯酶参与水解，不会增加肝、肾负担，直接发挥降脂作用（李云等，2000; Manzoni et al.1999）。红曲发酵产物中除了含有 Monacolin K 之外，还有一系列 Monacolins 结构类似物、不饱和脂肪酸、麦角甾醇、 γ -氨基丁酸等生理活性物质存在，这些相关成分和 Monacolin K 相联合，不仅具有协同调节血脂的功效，而且还极大地降低了纯品 Monacolin K 的副作用（Lee et al., 2012;

黄艳等，2014; 王文凤等，2014; 付海平等，2003）。

1995年法国学者 Blanc 在红曲霉的发酵物中测出橘霉素，其具有肾毒性、致癌性、致突变等作用（Blanc et al,1995; Jia et al. 2010），严重制约了红曲霉菌发酵产品的应用和发展。所以，产业化生产低产橘霉素或不产橘霉素且高产莫那可林 K 的功能性红曲米是亟待解决的问题。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌株

红色红曲霉 *Monascus purpureus* JCT4（下称 JCT4）武汉佳成生物制品公司保藏；

1.1.2 培养基

平板及斜面培养基：葡萄糖 6%，蛋白胨 2%，琼脂 3%，pH 自然。

液体种子培养基：可溶性淀粉 3%，硝酸钠 0.2%，磷酸二氢钾 0.15%，硫酸镁 0.1%，pH 5.5-6。

固态发酵培养基：早籼稻大米室温下浸泡 4h，淋清、沥干水分后，蒸煮 20 min。

以上几种培养基灭菌条件为：121℃，30min。

1.1.3 试剂与仪器

试剂：95%乙醇、甲苯、甲酸、乙酸乙酯、甲醇（色谱纯）、乙腈（色谱纯）、磷酸（色谱纯）、橘霉素标准品（sigma）、Monacolin K 标准品（内酯型 Sigma）。

仪器设备：岛津液相 HPLC-16、岛津 C18 柱（250mm×4.5 μm）、722s 可见光分光光度计、40kHz 超声清洗机、QL-901 漩涡混合器等。

1.2 检测方法

1.2.1 Monacolin K 的测定方法

《QB/T2847-2007 功能性红曲米（粉）莫那可林 K 含量的测定》。

1.2.2 橘霉素的检测方法

《GB 5009.222-2016 食品安全国家标准 食品中桔青霉素的测定》。

1.2.3 红曲米产率的测定方法

红曲米培养结束后，60℃烘干，称重，计算成品红曲米占初始大米重量的比例，即产红曲米产率。

2 实验步骤

2.1 低产橘霉素高产菌株的获得

经前期实验证明，实验室所用菌种在 25W 紫外灯下 30cm 处诱变 2.5min，菌株的正突变率比较大，且致死率比较适中，达到 80% - 90%。

菌株红色红曲霉 JCT4 作为出发菌株，斜面培养 7-10 天，用 20ml 生理盐水洗下孢子，倒入装有 20 ~ 30 颗 4-5mm 玻璃珠的三角瓶中，震荡 20min。用 4 层擦镜纸过滤，收集孢子液。将孢子液稀释至 1.0×10^6 个/ml，取 5mL 加入 90mm 的培养皿中。预热紫外灯 30min，开启培养皿盖，置于磁力搅拌上，放入转子搅拌，在 25W 紫外灯下 30cm 处诱变 2.5min，将诱变后的孢子液稀释到 10^1 ， 10^2 ， 10^3 倍，分别吸取三个稀释梯度的孢子液各 0.1mL 涂布平板，30℃，培养 3-4 天，挑选生长速度快、长势好的菌落转移至斜面，30℃培养 8-10 天。用培养好的斜面制作液体种子（500ml 三角瓶，装液量 200ml）中，接种量 10%，30℃、180r/min 培养 2 天。把液体种子液接入固态培养基（500ml 三角瓶，装米量 50g）中，同时每株进行 3 个平行试验，接种量 10%，38℃高

温培养 2 天，然后 22℃恒温培养 20 天，取样检测其 Monacolin K 和橘霉素含量，用原始菌株 JCT4 作对照（CK）。

2.2 固态培养条件的优化

2.2.1 固态培养最佳 pH 的确定

选择紫外诱变后得到的安全高产的菌株制作斜面，30℃培养 8-10 天。制作液体种子（500ml 三角瓶，装液量 200ml）中，接种量 10%，30℃、180r/min 培养 2 天。取 15 个 500ml 三角瓶，洗净烘干，每瓶各称取 50g 大米，加入水 20 ml，分成 5 组，每组 3 个平行试验，用食用醋酸把每组的 pH 分别调成 4.5、5.5、6.5、7.5、8.5，121℃蒸饭 20min，在超净工作台内，趁热用无菌竹筷将米打散，冷却。在温度降至 38℃左右时，按 10% 的接种量接入液体种子，接种后置于 38℃恒温培养箱中培养 2 天，然后 22℃培养 20 天。培养结束后，于 60℃烘干、检测其 Monacolin K 和橘霉素含量。

2.2.2 固态培养关键因素正交实验

影响红曲生长和代谢的因素有很多，如温度、装量、接种量等。为了进一步优化红曲的培养工艺，根据实验室前期研究，选取装量、低温培养温度、接种量和首次打散时间四个因素进行正交实验，选择 4 因素 3 水平正交表进行试验设计，L9（3⁴）正交表如表 1-1。

取经紫外诱变筛选得到的低产橘霉素高产

表 2-1 正交实验设计正交表

水平	A	B	C	D
1	30	22	6	1
2	40	25	8	2
3	50	28	10	3

注：A 装量（g）B 温度（℃）C 接种量（%）D 首次打散时间（d）

Monacolin K 的菌株制作液体种子，取 9 个 500ml 三角瓶，洗净烘干，编号 1、2、3、4、5、6、7、8、9，按上表实验设计进行配制固态发酵培养基，进行正交实验，先 38℃ 高温培养 2 天，再按实验温度培养 20 天。培养结束后，于 60℃ 烘干、粉碎，检测其 Monacolin K 和橘霉素含量。

2.2.3 培养时间对红曲产 Monacolin K 及其酸式结构比例、橘霉素和产率的影响

取 21 个 500ml 三角瓶，洗净烘干，分成 7 个实验组，每个实验组设置 3 个平行试验，按照正交试验所得最佳条件进行培养实验，7 个实验组分别培养 10 天、15 天、20 天、25 天、30 天、35 天、40 天。培养结束后，于 60℃ 烘干，检测其 Monacolin K 含量及其酸式结构比例、橘霉素含量和产率。

2.3 固态培养产业化试验

2.3.1 1000L 液态发酵罐种子培养

经前期试验选育安全型红曲菌种，经复壮、斜面培养，制成摇瓶液体种子，接种量为 10%，30℃、200r/min 培养 2.5 天。摇瓶种子液培养结束后，接种 1T 种子罐。种子罐培养基同一级液体种子培养基，装液量 500L，在 121℃、0.1MPa 下灭菌 30min，冷却至 30℃ 接种，接种量 6%，搅拌转速 300r/min，通气量 1vvm，培养温度 30℃。培养过程中定时取样，菌种鲜重达到 30g/L，即可用移种管道将种子液引入接种车间，对三角瓶内的固体培养基接种。

2.3.2 1L 三角瓶固体发酵培养中试试验

用前期 1000L 发酵罐制种工艺制取种子液，选择使用 1L 三角瓶进行中试试验，连续投料三批 500kg 级别的平行试验，结合生产基地的条件对培养工艺进行微调。在蒸米车间，首先将大米浸泡 2h，然后将大米捞出、清洗、沥干，用蒸汽分批次蒸饭

20min，然后用净化空气通风摊凉，装瓶，500g/1L 瓶（按蒸熟的米计），在 121℃、0.1MPa 下灭菌 50min，冷却至 30℃ 进行接种，然后转入 38℃ 高温培养房进行培养 2 天，此过程要严格监控，防止温度过高。然后用无菌转运车将高温培养完成的三角瓶培养物转入 22℃ 低温培养间，培养 20 天，收料，进行 60℃ 烘干，检测 Monacolin K 含量及其酸式结构比例、橘霉素含量和功能红曲米的产率。

2.3.2 固态发酵产业化生产试验

根据前面固体发酵工艺的优化结果，进行连续三批次 1200kg 级别的固态培养生产试验，先高温 38℃ 培养 2 天，然后采用前期优化后的条件低温培养 20 天。然后，于 60℃ 烘干，检测 Monacolin K 含量及其酸式结构比例、橘霉素含量和功能红曲米的产率。

3 结果与分析

3.1 低产橘霉素高产菌株的获得

以 JCT4 菌株作为紫外诱变的出发菌株，紫外诱变 2.5min 后，将诱变后的孢子液稀释涂布平板，30℃，培养 4 天，根据生长速度快、长势的好特征挑选了 10 株菌（标记为 M1-M10），然后对以上菌株进行固态发酵实验，结果见表 3-1。从表 3-1 和图 3-1 来看，大部分菌株的 Monacolin K 生产能力都高于原始菌种 CK，但也有部分菌株产量较低，如 M2、M4 和 M5。表中 Monacolin K 产量最高的菌株是 M3，其三个平行试验结果的平均值达到了 2.87%，但它们橘霉素产量也是最高的，达到 3.18 μg/Kg。为了更好的综合判断菌株的优劣，我们用 Monacolin K 和橘霉素的比值来考察菌种高产 Monacolin K 和低产橘霉素的综合能力，此比值越大说明菌种生产

表 3-1 紫外诱变菌株固体发酵结果

菌种	Monacolin K (%)				橘霉素 ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)				Monacolin K/ 橘霉素			
	1	2	3	均	1	2	3	均	1	2	3	均
CK	2.11	2.09	2.13	2.11	2.89	2.76	2.92	2.86	0.73	0.76	0.73	0.74
M1	2.31	2.25	2.33	2.30	3.01	3.09	3.21	3.10	0.77	0.73	0.73	0.74
M2	1.98	1.89	2.01	1.96	3.22	3.02	3.19	3.14	0.61	0.63	0.63	0.62
M3	2.83	2.87	2.92	2.87	3.21	3.12	3.22	3.18	0.88	0.92	0.91	0.90
M4	1.76	1.83	1.88	1.82	2.97	3.03	3.11	3.04	0.59	0.60	0.60	0.60
M5	2.03	2.11	2.10	2.08	2.66	2.75	2.79	2.73	0.76	0.77	0.75	0.76
M6	2.77	2.69	2.81	2.76	2.98	2.91	2.89	2.93	0.93	0.92	0.97	0.94
M7	2.80	2.79	2.87	2.82	2.45	2.32	2.41	2.39	1.14	1.20	1.19	1.18
M8	2.56	2.61	2.49	2.55	3.04	3.15	3.21	3.13	0.84	0.83	0.78	0.81
M9	2.62	2.59	2.65	2.62	3.10	3.40	3.19	3.23	0.85	0.76	0.83	0.81
M10	2.78	2.71	2.52	2.67	2.59	2.55	2.76	2.63	1.07	1.06	0.91	1.01

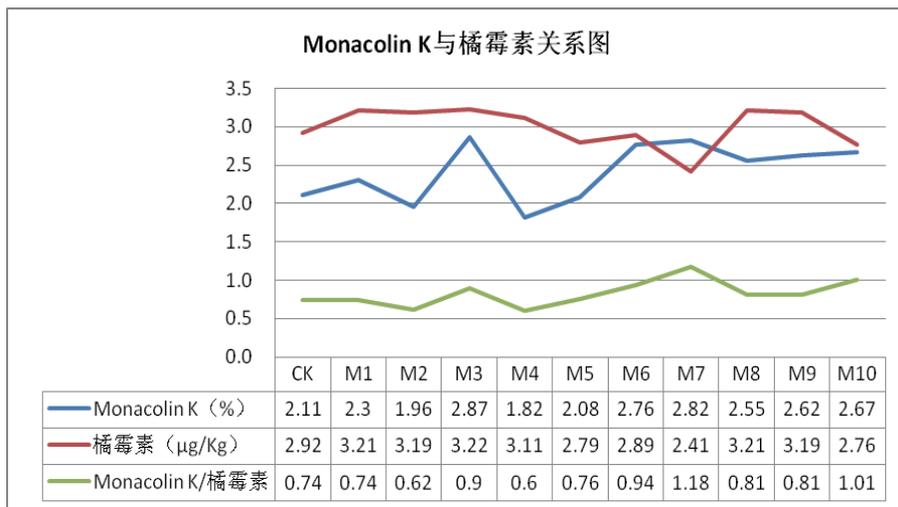


图 3-1 Monacolin K 与橘霉素关系图

Monacolin K 时伴随产生橘霉素的能力越差。由表中数据可知 M7 菌株的这一比值最大，比值为 1.18，此菌株 Monacolin K 产量为干重的 2.82%，橘霉素含量为 2.39 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ，与原始菌种相比，其 Monacolin K

提高了 33.65%，橘霉素降低了 16.43%。M7 菌株与 M3 菌株相比，虽然其 Monacolin K 产量低了 1.74%，但橘霉素含量比较低，比 M3 低了 25.16%。综合来看，M7 的性能更加优越，Monacolin K 产量比较高，

橘霉素含量较低，与其它几株菌相比更具有安全高效价的优点，因此我们选取 M7 作为后续实验的出发菌株（标记为 JCT4-1）。

3.2 固态发酵条件的优化

3.2.1 固态培养最佳 pH 实验结果

将 5 组 15 瓶培养 20 天的菌株 JCT4-1 进行取样、烘干、检测 Monacolin K 和橘霉素的含量，结果如表 3-2 所示。从表中数据可知，当 pH 为微酸性时，有利于红曲 Monacolin K 的积累，红曲霉对 pH 的适应范围比较广泛，pH 对 Monacolin K 产量影响不是特别明显。pH 5.5 时，红曲米的 Monacolin K 含量最高，平均值达 2.88%，但此时橘霉素含量也较高，平均值为 3.13 μg/Kg。pH 7.5 时，红曲米的 Monacolin K 含量最低，平均值为 2.77%，此时橘霉素含量平均值为 2.90 μg/Kg。综合考虑 Monacolin K 和橘霉素两个因素时，发现 pH 为 6.5 时，Monacolin K 和橘霉素的平均比值为 1.14，比值最高。此时，红曲米

的平均 Monacolin K 含量为 2.86%，比较高，且橘霉素平均值为 2.52 μg/Kg，含量最低。可见 pH 6.5 时，最能满足安全高效价的特性要求。

3.2.2 固态培养条件正交实验结果

我们选择装量、低温培养温度、接种量和首次打散时间 4 个因素进行正交实验，考察 4 因素对菌种高产 Monacolin K 和低产橘霉素综合能力的影响，实验结果如表 3-3 所示。由表 3-3 和图 3-2 可知，装量、低温培养温度、接种量和首次打散时间 4 个因素的极差分别为 0.1267、0.2067、0.0367、0.0433。由此可见低温培养温度对固体发酵产品中 Monacolin K 和橘霉素的综合影响最大，次之为装量，而后是首次打散时间，最后是接种量，即：低温培养温度 > 装量 > 首次打散时间 > 接种量。综合考虑 Monacolin K 和橘霉素含量的比值，最佳的发酵条件为组合 A3B1C3D2，即装量 50g/500ml 瓶、低温培养温度 22℃、接种量 10% 和首次打散时间 2 天，在此条件下 22℃ 低温培养 20 天能获得高

表 3-2 pH 对红曲米产 Monacolin K 和橘霉素的影响

pH	Monacolin K (%)				橘霉素 (μg/Kg)				Monacolin K/橘霉素			
	1	2	3	均	1	2	3	均	1	2	3	均
4.5	2.87	2.79	2.81	2.82	2.75	2.70	2.81	2.75	1.04	1.03	1.00	1.03
5.5	2.91	2.85	2.89	2.88	3.12	3.08	3.19	3.13	0.93	0.93	0.91	0.92
6.5	2.88	2.81	2.90	2.86	2.56	2.51	2.49	2.52	1.13	1.12	1.16	1.14
7.5	2.73	2.81	2.76	2.77	2.89	2.93	2.87	2.90	0.94	0.96	0.96	0.96
8.5	2.83	2.78	2.81	2.81	3.35	3.25	3.31	3.30	0.84	0.86	0.85	0.85

表 3-3 正交实验结果

因素	A	B	C	D	Monacolin K/橘霉素
实验 1	30	22	6	1	0.98
实验 2	30	25	8	2	0.78

续表 3-3

因素	A	B	C	D	Monacolin K/ 橘霉素
实验 3	30	28	10	3	0.83
实验 4	40	22	8	3	0.99
实验 5	40	25	10	1	0.85
实验 6	40	28	6	2	0.89
实验 7	50	22	10	2	1.15
实验 8	50	25	6	3	0.87
实验 9	50	28	8	1	0.95
均值 1	0.8633	1.0400	0.9133	0.9267	
均值 2	0.9100	0.8333	0.9067	0.9400	
均值 3	0.9900	0.8900	0.9433	0.8967	
极差	0.1267	0.2067	0.0367	0.0433	
最优水平	3	1	3	2	

注: A 装量 (g) B 温度 (°C) C 接种量 (%) D 首次打散时间 (d)

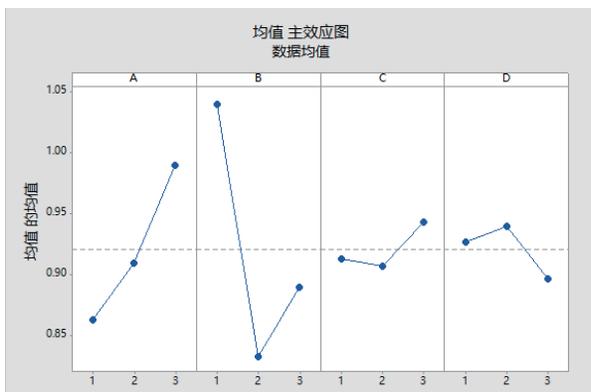


图 3-2 装量、低温培养温度、接种量和首次打散时间的主效应图

Monacolin K 和低橘霉素的产品。

3.2.3 培养时间对红曲产 Monacolin K 及其酸式结构比例、橘霉素和产率的影响

通过上述的工艺优化, 我们已经得到了高产 Monacolin K 低产橘霉素的基本工艺, 下面是按照优化工艺培养三角瓶 40 天的结果, 共 7 组实验, 每组三个平行试验, 具体结果看表 3-4、图 3-3 和图 3-4。

从结果中看, Monacolin K 和橘霉素的含量随着培养时间的延长逐渐增加, 培养 40 天时, Monacolin K 和橘霉素的含量均值分别达到 5.11% 和 14.83 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。从图 3-2 看, 发酵初期 Monacolin K 的增速比较慢, 中期增速比较快, 后期增速逐渐放缓。可能这是因为菌丝体前期主要进行营养增殖, 中期合成 Monacolin K 的相关酶合成较多且活力强, 营养丰富, 所以增速最快。随着时间的延长, 营养逐渐消耗殆尽, 所以 Monacolin K 的合成速度渐渐变慢了。橘霉素的前期合成规律与 Monacolin K 相似, 与之不同的是橘霉素在发酵后期的合成速度比较快, 这可能是由于培养基将消耗完, 培养环境变差, 产生橘霉素进行自我保护的一种机制。从结果中看, Monacolin K 的酸式结构比例和功能红曲米的产率随着培养时间的延长, 都会逐渐降低, 且随着培养时间的延长, 下降速率会有所变缓。培养 40 天时, Monacolin K 酸式结构比例和产率的均值分别为 40.46% 和 41.39%。在发酵后期, 随着外界水分和温

表 3-4 培养时间对红曲产 Monacolin K、酸式结构比例、橘霉素和产率的影响

天 (d)	Monacolin K 含量			均值	橘霉素 (μg/kg)			均值
10	0.59%	0.64%	0.63%	0.62%	0	0	0	0.00
15	1.52%	1.49%	1.46%	1.49%	0.98	1.11	1.28	1.12
20	2.89%	2.79%	2.87%	2.85%	2.54	2.65	2.69	2.63
25	3.37%	3.42%	3.43%	3.41%	4.98	4.85	4.88	4.90
30	3.99%	4.12%	4.01%	4.04%	8.31	8.29	8.27	8.29
35	4.70%	4.69%	4.72%	4.70%	12.89	12.93	12.98	12.93
40	5.17%	5.09%	5.11%	5.12%	14.97	14.55	14.98	14.83
天 (d)	酸式结构比例			均值	产率			均值
10	91.20%	90.79%	90.01%	90.67%	80.33%	82.12%	81.23%	81.23%
15	82.32%	81.58%	78.57%	80.82%	75.27%	72.19%	73.31%	73.59%
20	70.91%	73.55%	72.41%	72.29%	61.57%	63.41%	62.33%	62.44%
25	60.99%	63.25%	62.54%	62.26%	55.29%	57.47%	58.57%	57.11%
30	57.31%	58.11%	58.29%	57.90%	49.48%	50.35%	51.35%	50.39%
35	45.43%	45.28%	47.65%	46.12%	44.97%	46.87%	46.13%	45.99%
40	39.87%	41.29%	40.21%	40.46%	40.11%	41.85%	42.21%	41.39%

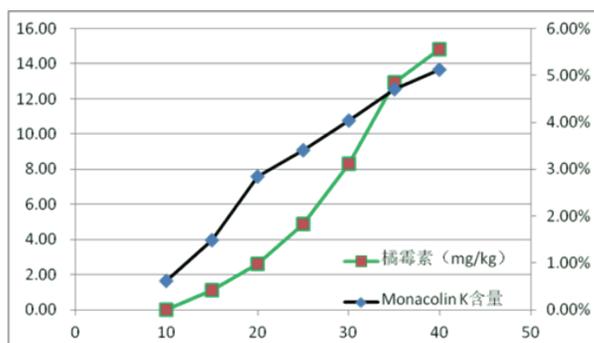


图 3-3 培养时间对 Monacolin K 和橘霉素产量的影响

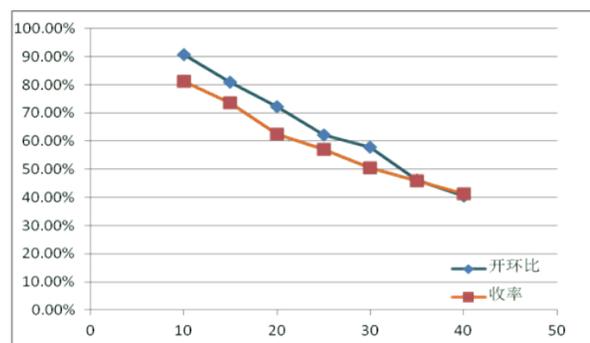


图 3-4 培养时间 Monacolin K 酸式结构比例和功能红曲米产率的影响

度的变化，Monacolin K 酸式会向内酯式转化。发酵时间越长，培养基被消耗的越多，由于菌丝代谢产物的量低于消耗的量，所以产率会越来越低，直至培养基代谢完全。

3.3 固态培养产业化实验

3.3.1 1000L 液态发酵罐种子培养结果

参考前期试验的结果，进行 1000L 发酵罐种子扩培，实验结果见表 3-5。按照此方法培养的种子

生长周期比较短，在短短的 40h 左右即可达到接种固态培养基的标准，而且工艺稳定，菌种的状态比较好，无论是感官特征还是形态特征都很好，生长旺盛，且菌丝比较浓，连续三批次实验都在 40h 左右达到 30g/L 以上的鲜重含量，完全满足生产菌种的需要。

3.3.2 1L 三角瓶固体发酵培养中试试验

根据前期实验工艺并结合中试车间的实际情况，在连续三批次的中试试验过程中，对工艺进行了细微调整，即：大米培养基 121℃ 灭菌 50min，含水量 35% 左右，接种量 10%，两天 38℃ 高温发酵温度，后期低温 22℃ 发酵 20 天，具体结果如表 3-6：

表 3-5 1000L 发酵罐液体种子培养试验结果

检测项目	检测结果		
	第一批	第二批	第三批
发酵液 pH	5.5	5.0	5.5
感官	淡黄褐色，粘稠，气味正常	淡黄褐色，粘稠，气味正常	淡黄褐色，粘稠，气味正常
镜检	菌丝丰富，横隔清晰，孢子多，无杂菌	菌丝丰富，横隔清晰，孢子多，无杂菌	菌丝丰富，横隔清晰，孢子多，无杂菌
培养时间	39h	40h	38h
菌丝鲜重	32g/L	35g/L	31g/L

表 3-6 1L 瓶固态发酵培养中试试验结果

检测项目	检测结果		
	第一批	第二批	第三批
投料量 (kg)	500kg	500kg	500kg
产量 (kg)	300kg	309kg	311kg
外观	符合规定	符合规定	符合规定
水分	6.8%	6.5%	7.1%
Monacolin K	2.89%	2.95%	2.86%
酸式结构比例	71.32%	69.95%	73.83%
产率	60.00%	61.80%	62.20%
橘霉素	2.47 μg/kg	2.63 μg/kg	2.55 μg/kg

从以上数据中看，本工艺生产的产品质量稳定，产率都达到 60% 以上，Monacolin K 含量平均值达到 2.90%，其中酸式结构比例平均为 71.70%，橘霉素含量平均值为 2.88 μg/kg。这些指标完全符合公

司内部标准及国际标准，满足公司规模生产的要求。

3.3.3 固态培养产业化实验结果

为了形成稳定的生产工艺，贯通所有生产环节，连续进行了三批 1200kg 级别的生产试验，同时验

证每个环节的连贯性，及各部门间的协作性，通过贯通性产业化实验实现了各环节的畅通循环，各部门的有效协作。试验结果详见表 3-7:

由上表可知，连续的 3 个批次的实验结果都很

好，产品 Monacolin K 的含量超过 2.80%，其中酸式结构的比例都大于 70.00%，橘霉素含量都小于 2.80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，产品安全高效，产率维持在 60% 以上。

不仅如此，通过此生产工艺实现了安全高效功能性

表 3-7 固态培养产业化实验结果

检测项目	检测结果		
	一批	二批	三批
投料量	1200kg	1200kg	1200kg
产量	747kg	751kg	744kg
外观	符合规定	符合规定	符合规定
水分	7.1%	7.2%	6.8%
Monacolin K	2.87%	2.92%	2.84%
酸式结构比例	72.12%	70.35%	71.59%
产率	62.25%	62.58%	62.00%
橘霉素	2.56 $\mu\text{g}/\text{kg}$	2.73 $\mu\text{g}/\text{kg}$	2.45 $\mu\text{g}/\text{kg}$

红曲的产业化生产。

4 结论

本研究以菌株 JCT-4 作为出发菌株，进行紫外诱变，通过固态发酵筛选得到一株高产 Monacolin K 低产橘霉素的优良菌株 JCT4-1，此菌株 Monacolin K 产量为红曲米干重的 2.82%，橘霉素含量为 2.39 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，与原始菌种相比，其 Monacolin K 提高了 33.65%，橘霉素降低了 16.43%。

然后，对红曲霉 JCT4-1 固态发酵高产 Monacolin K 低产橘霉素的工艺条件进行了较全面的研究，得到了最佳的固态发酵工艺，即：初始 pH 为 6.5，接种量 10%，培养的第 2 天进行首次打散，38℃ 高温

培养 2 天，然后 22℃ 低温培养相应的天数，可得到相应品质的功能性红曲米。

在培养时间对红曲产 Monacolin K 及其酸式结构比例、橘霉素和产率影响的实验中，发现发酵初期 Monacolin K 的增速比较慢，中期增速比较快，后期增速逐渐放缓，橘霉素的前期合成规律与 Monacolin K 相似，与之不同的是橘霉素在发酵后期的合成速度比较快。Monacolin K 的酸式结构比例和功能红曲米的产率随着培养时间的延长，都会逐渐降低。培养 40 天时，Monacolin K 和橘霉素的含量均值分别达到 5.11% 和 14.83 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，Monacolin K 酸式结构比例和产率的均值分别为 40.46% 和 41.39%。

最后进行了固态培养产业化实验，通过调整后的工艺，1000L 种子罐在 40h 左右即可达到生产菌种的要求，生物量鲜重达到 30g/L 以上，菌丝丰

富, 感官好。通过三批 500kg 级别的中试实验, 完善了高 Monacolin K 和低橘霉素功能性红曲的生产工艺参数, 形成了成熟的安全型高 Monacolin K 功能性红曲的产业化工艺。通过 1200kg 级别的产业化生产试验实现了各环节的畅通循环, 各部门的有效协作。22℃ 低温培养 20 天, 功能性红曲产率均在 60% 以上, Monacolin K 的含量均大于 2.80%, 其中酸式结构的比例都大于 70.00%, 橘霉素含量都小于 2.80 μg/kg。本研究为我国安全型高效功能红曲的大规模产业化生产提供了可借鉴的经验, 同时改善了功能红曲产品的品质, 推动了功能性红曲产业的持续发展。

【参考文献】

- [1] 傅金泉、张华山、姚继承. 中国红曲及其使用技术[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2017: 1-1.
- [2] 陈蕴, 陈晔, 许赣荣. 烘干和辐照对功能性红曲 Monacolin K 含量的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2008(7): 16-19.
- [3] 李云, 闫雪秋, 李枚秋等. 红曲与桔霉素[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(3):82-87.
- [4] 黄艳, 王璐, 毛鹏等. 红曲液态发酵生产橙、黄色素及其色调研究[J]. 食品工业科技杂志, 2014, 35(19):142-145.
- [5] 王文凤, 袁兵兵, 徐玲. 红曲的研究现状[J]. 发酵科技通讯, 2014, 43(1):39-44.
- [6] 付海平, 林亲录, 何煜波等. 红曲 Monacolin K 的研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2003, 16:50-54.
- [7] Manzoni M., Bergomi S., Rollini M., et al. Production of statins by filamentous fungi[J]. Biotechnology Letter, 1999(21):243-257.
- [8] Kuba M., Tanaka K., Sesoko M., Inoue F., Yasuda M. Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides in red-mold rice made by *Monascus purpureus* [J]. Process Biochem, 2009(44): 1139-1143.
- [9] Liao C.D., Chen Y.C., Lin H.Y., Chiueh L.C., Shih D.Y.C. Incidence of citrinin in red yeast rice and various commercial *Monascus* products in Taiwan from 2009 to 2012 [J]. Food Control, 2014(38): 178-183.
- [10] Hsieh P. S. and Tsai Y. H. Aqueous extract of *Monascus purpureus* M9011 prevents and reverses fructose-induced hypertension in rats [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003 (51): 3945 - 3950.
- [11] Lee C. I., Lee C. L., Hwang J. F., Lee Y. H. and Wang J. J. *Monascus*-fermented red mold rice exhibits cytotoxic effect and induces apoptosis on human breast cancer cells [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2013 (97): 1269-1278.
- [12] Shi Y. C. and Pan T. M. Beneficial effects of *Monascus purpureus* NTU 568 fermented products: a review[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2011 (90): 1207- 1217.
- [13] Endo A., Negishi Y., Iwashia T., Miuzkawa K., Hiram M. Biosynthesis of ML-236B and Monacolin K [J]. the Journal of Antibiotics. 1985 (38):444 - 448.
- [14] Endo. A. Monacolin K a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species [J]. The Journal of Antibiotics. 1979 (32): 852-854.
- [15] Lee C. L., Pan T. M. Development of *Monascus* fermentation technology for high hypolipidemic effect [J]. Applied. Microbiology Biotechnology, 2012(94):1449-1459.

多种除臭技术组合实现氨基酸发酵企业废气达标排放

◎李万军^{1,2,3}，赵春光^{1,3}，方海田^{1,2}

1. 宁夏食品微生物应用技术与安全控制重点实验室，宁夏银川 750021；

2. 宁夏大学农学院，宁夏银川 750021；

3. 宁夏伊品生物科技股份有限公司，宁夏银川 750100

【摘要】通过实践证明，经碱喷脱水 + 双相氧化 + 微纳米气泡、游离基发生器 + 光催化氧化 + 喷淋塔洗涤两种尾气处理工艺处理，氨基酸发酵工业臭气浓度由 1700 左右降至 700 以下，低于国家标准 2000，实现发酵工业主要尾气臭气去除率达 70%，完全达标排放。

【关键词】氨基酸发酵；除臭技术；废气；达标排放

发酵工业自 20 世纪 60 年代以来迅猛发展，所涵盖的产品从原来的抗生素、食品等几个方面渗透到人民生活的各方面，如医药、保健、农业、环境、能源、材料等。发酵工业是一种以高科技含量为特征的新型工业，近年来特别是 20 世纪 90 年代以来，行业的迅速发展已经使其在食品工业中占有重要地位。宁夏伊品生物科技股份有限公司抓住机遇，自 1999 年收购总值不足 600 万元的宁夏谷氨酸厂以来，在短短 20 年中不断开拓创新，发展成为拥有宁夏、内蒙、黑龙江三大生产基地，发酵总容积 6 万立方米，年产值达 100 多亿元，稳居中国发酵行业前三甲的大型发酵企业。

公司的快速发展，产生的废气、废水、废渣等污染物也给我们的生活环境带来严峻挑战。伊品公司始终坚持将“安全与环保是我们的生存基础”作为企业核心文化，积极主动联合山东佳和环保科技有限公司、天津远卓环境工程股份有限公司、北京实力伟业环保科技有限公司等国内知名环保公司，投入 3 亿多元人民币，开展尾气处理改造工程 65 项，引入并共同开发脱硫装置、“两级喷淋 + 电捕 + 生物过滤除臭”三级组合工艺、光微波 + 光氧化催化工艺、“低温等离子体裂解氧化反应器”为核心的处理工艺、碱喷脱水 + 双相氧化 + 微纳米气泡工艺、游离基发生器 + 光催化氧化 + 喷淋塔洗涤工艺等先进工艺对废气处理，完全解决以往单一技术处理尾气不达标的难题，通过多重技术相辅组合确保氨基酸生产尾气完全达标排放。

1 恶臭尾气源头分析

目前已知的恶臭气体种类有上万种，研究人员按气体的化学组分不同，将其分成5类：①含硫化物，如 H_2S 、 SO_2 、硫醇、硫醚等；②含氮化合物，如氨气、胺类、酰胺、吡啶等；③卤素及衍生物，如氯气、卤代烃等；④烃类及芳香烃；⑤含氧有机物，如醇、酚、醛、酮、有机酸等。以宁夏伊品生物科技股份有限公司为例，生产中臭气来源主要有以下两个方面：

(1) 微生物发酵过程中产生的废气，主要成分有氨 $10.0mg/m^3$ 、二甲二硫 $0.00185mg/m^3$ 、苯乙烯 $0.008mg/m^3$ 等，造成臭气浓度达1500（无量纲）左右，接近国家规定臭气浓度2000的排放标准。

(2) 氨基酸产品提取浓缩过程中产生的废气，主要成分有氨 $66.3mg/m^3$ 、硫化氢 $0.011mg/m^3$ 、二甲二硫 $0.16mg/m^3$ 等，造成臭气浓度达1638左右，高于发酵车间尾气臭气浓度，接近国家规定臭气浓度2000的排放标准。

2 现有主流废气除臭处理技术简介

2.1 两级喷淋除臭技术

两级喷淋系统采用立式洗涤塔，材质为PP。一级洗涤塔为氧化洗，采用 $NaClO_3$ 为药剂，对还原性成分进行处理，同时对废气进行降温，将水蒸气中的水分拦截至液相，同时吸收了水蒸气中携带的异味气体。二级洗涤塔采用碱洗，药剂为NaOH（液碱形式），去除水溶性酸性成分。

2.2 高能离子束除臭技术

在电子束能量作用下，废气中的硫氧化物和氮

氧化物在极短时间内发生氧化，即在活性自由基作用下生成 H_2SO_4 和 HNO_3 ，并进一步与其中的 NH_3 进行中和反应生成 $(NH_4)_2SO_4$ 和 NH_4NO_3 微粒。降低废气中氮氧化物、硫化物，达到除臭效果。

2.3 生物过滤除臭技术

生物过滤除臭过程分为三个步骤：①臭气与水接触并溶解到水中，臭气中的有机物质由气相转移到液相（或固体表面液膜）中；②溶于水中的臭气通过微生物的细胞壁和细胞膜被微生物吸收，不溶于水的臭气先附着在微生物体外，由微生物分泌的细胞外酶分解为可溶性物质，再渗入细胞。在液相（或固体表面生物层）中的臭气成分被微生物吸附、吸收，恶臭成分从水中转移至微生物内；③进入微生物细胞的恶臭成分作为营养物质被微生物所氧化分解和同化合成，产生的代谢产物一部分溶入液相，一部分作为细胞物质或细胞代谢能源，还有一部分（如 CO_2 ）则析出到空气中。臭气通过上述过程不断减少，从而使污染物得以去除，得到净化。

2.4 双向氧化除臭技术

超氧水也就是臭氧水，利用高频陶瓷沿面放电产生的高压静电，使电极附近空气中的氧分子（ O_2 ）电离，短时间内生成臭氧（ O_3 ），并利用高效气水涡轮混合器，使臭氧（ O_3 ）混合于水中，产生 O_3 超氧离子水（OZONE WATER）。在 O_3 作用下，使有机或无机高分子化合物（含恶臭异味）在催化氧化过程中，转变成低分子化合物。达到废气除臭目的。

2.5 微纳米气泡除臭技术

2.5.1 微纳米气泡技术的工作原理是使水与空气高度相溶混合，超声波空化弥散释放出高密度的、

均匀的超微米气泡，形成“乳白色”的气液混合体。微纳米气泡通常是指直径在 50 μm 以下纳米级的气泡，它使水分子的原子团变得更小，超氧纳米气泡中的氧容易溶入水分子原子团的间隙中，同时氧分子打破了水的界面使超微细气泡更容易溶入水中，而水分子团始终进行着布朗运动，不断地进行不规则冲撞。同时，超氧微纳米气泡也沉降、破裂。大量超氧微纳米气泡在水中溶解、破裂时，产生约 5500℃ 的瞬间高温，同时伴随产生约每小时 400 公里的超声波，并产生大量的氧负离子和羟基自由基等，进而达到去除污染物的目的。

2.5.2 优点：1、存在时间长，2、传质效率高，3、释放自由基，4、无二次污染。

2.6 光催微波除臭技术

2.6.1 光催微波除臭技术是在外界可见光的作用下发生催化作用，以半导体 (TiO₂) 为催化剂，以光为能量，将空气中的氧电离为羟基自由基 (OH·) 和超氧离子自由基 (O²⁻、O[·])，其氧化性高于常见的臭氧、双氧水、高锰酸钾、次氯酸等。对臭氧难以氧化的某些有机物如三氯甲烷、四氯化碳、六氯苯有效地加以分解解为 CO₂ 和 H₂O 及其他无毒无害成分。

2.6.2 优点：1、绿色能源；2、氧化性强；3 反应条件温和；4 光解迅速。

3 尾气分析

3.1 根据各废气排放口废气成分分析，选择最佳组合工艺，确保尾气达标排放

3.1.1 发酵车间尾气处理工艺简介

发酵车间尾气经碱喷淋处理后连同其他各类罐体尾气经管道集中收集，进入均流除雾器中去除水份，进入高能电子束裂解催化氧化 (HE.OH) 模块化废气处理设备 (LMM) VOCs 废气处理模块化设备中光氧纳米波段 (特定) 光对废气分子进行催化氧化，使破坏后的分子或中子、原子与 O₃ 和离子改性材料产生的 OH 自由基进行结合，在 O₃ 和离子改性材料产生的 OH 自由基双重作用下，使有机或无机高分子化合物 (含恶臭异味) 在催化氧化过程中，转变成低分子化合物，之后再进入离子改 OH 基催化氧化 (LMM) 模块化废气处理设备，利用螺旋高能电子束、OH 自由基等活性粒子与废气中的污染物发生作用，使有机污染物分子链在极短的时间内催化分解，并与空气中的氧产生作用等，经过一系列复杂的物理化学反应，达到降解去除污染物的目的，最后经水洗塔洗涤、汽液分离后，风机抽出后达标排放 (排气筒高度 15 米)。

3.1.2 发酵车间尾气处理工艺流程图

3.1.3 设备一览表

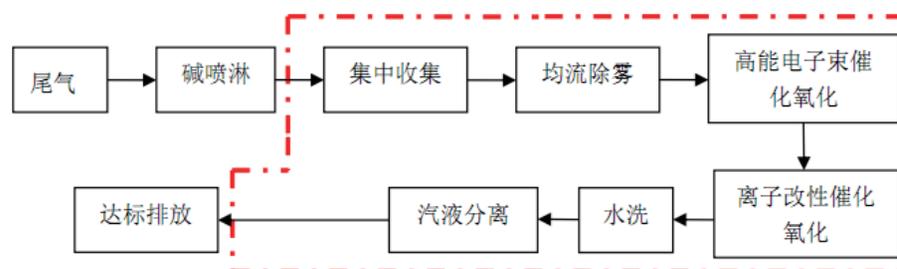


图 1 发酵车间尾气除臭流程图

表 1 发酵车间尾气除臭设备清单

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
名称	玻璃钢旋流水洗塔	离子改性OH基催化氧化设备	高能电子束催化氧化设备	离心风机	水泵	PLC自动控制系统	零序电	挡水段	201不锈钢缓冲罐	气体检测及联动装置	除湿机
处理风量	50000m ³	Y208A-LMM-50000	Y208A-HE.OH-50000	TH-1250C	RBW65-160	JKJ-X-2		50000m ³ /h	50000m ³ /h	载型(Alt + A)	KLM100-36KW
数量	2台	2套	2套	3台	4台	2台	1套	2套	1套	1套	1台

3.1.4 处理结果

发酵车间尾气经四次取样分析，处理前尾气臭气浓度平均 1453.25，处理后臭气浓度降为 422.5，臭味去除率达 70.1%。

表 2 发酵车间尾气处理前后检测数据

检测频次	臭气进口1	臭气进口2	臭气总排口	标准限值	处理效率%
1	1737	1737	416	2000	76.10%
2	1318	1737	549	2000	64.10%
3	1737	724	416	2000	66.99%
4	1318	1318	309	2000	76.56%
平均	1527.5	1379	422.5	2000	70.10%

本数据由宁夏森蓝环保有限公司提供

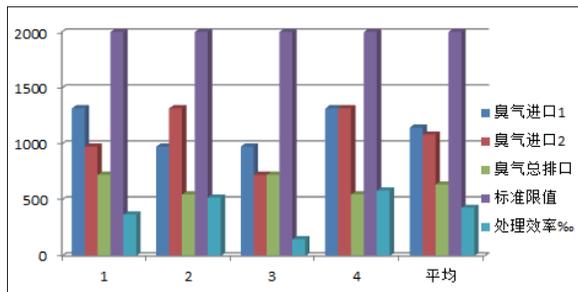


图 2 发酵车间尾气处理前后效果对比图

3.2 氨基酸生产尾气分析

3.2.1 氨基酸生产提取车间尾气处理工艺简介

氨基酸生产提取车间尾气经布袋除尘器 + 水浴除尘后连同各类罐体尾气经管道集中收集，进入均流除雾器中去除水份，进入高能电子束裂解催化

氧化 (HE.OH) 模块化废气处理设备，(LMM) VOCs 废气处理模块化设备中光氧纳米波段 (特定) 光对废气分子进行催化氧化，使破坏后的分子或中子、原子与 O₃ 和离子改性材料产生的 OH 自由基进行结合，在 O₃ 和离子改性材料产生的 OH 自由基双重作用下，使有机或无机高分子化合物 (含恶臭异味) 在催化氧化过程中，转变成低分子化合物，之后再进入离子改性 OH 基催化氧化 (LMM) 模块化废气处理设备，利用螺旋高能电子束、OH 自由基等活性粒子与废气中的污染物发生作用，使有机污染物分子链在极短的时间内催化分解，并与空气中的氧产生作用等，经过一系列复杂的物理化学反应，达到降解去除污染物的目的，最后经水洗塔洗涤、汽液分离后，风机抽出后达标排放 (排气筒高度 15 米)。

3.2.2 工艺流程图

3.2.3 设备一览表 (同表 3.1.1)

3.2.4 处理结果

氨基酸提取车间经四次取样检测结果显示，处理前平均臭气浓度 1638，处理后平均臭气浓度 636.5，去除率达 61.1%。

3.3 氨基酸成品尾气分析

3.3.1 氨基酸成品车间尾气处理工艺简介

氨基酸成品车间烘干尾气及各类罐体尾气经旋

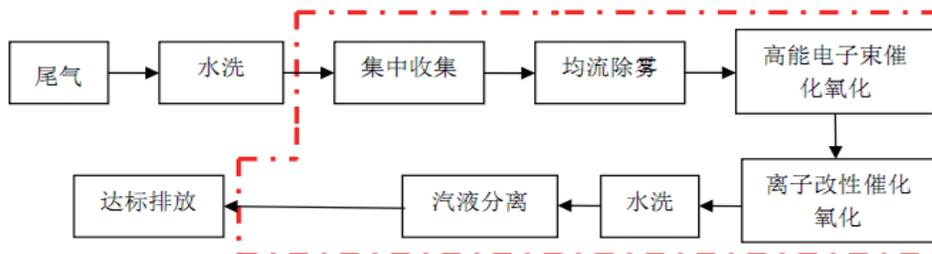


图3 氨基酸提取车间尾气处理流程图

表3 提取车间尾气检测数据

检测频次	臭气进口1	臭气进口2	臭气总排口	标准限值	处理效率%
1	1318	977	724	2000	369.0632
2	977	1318	549	2000	521.5686
3	977	724	724	2000	148.736
4	1318	5495	549	2000	838.8375
平均	1147.5	2128.5	636.5	2000	611.4164

本数据由宁夏森蓝环保有限公司提供

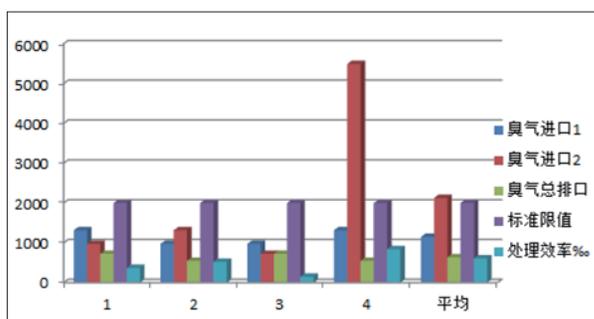


图4 提取车间尾气处理前后臭气对比图

风分离器分离除尘后经碱喷淋，进入原有的光微波臭氧发生器中处理，将尾气中的有机酸进行氧化

分解，消除异味，之后通过风管进入碱喷脱水塔中，尾气中的有机物降解首先是通过喷成雾状的碱喷淋脱水塔降温除尘并脱水，再进入双向超氧水喷雾塔中，与二次超氧化水进行充分的双相混合，氧化分解废气中的有机物而实现的。同时，混合后的下落的水也需要在超氧化的过程中得到净化，并循环使用。为了更好的提高降解率，经过双向超氧水氧化后的尾气通过风机抽入超氧微纳米喷雾塔中。在此，与经超氧微纳米气泡发生池产生超氧微纳米气泡充分接触，超氧微纳米气泡破裂产生能量将尾气中的难以分解的污染物分解，从而使尾气达标排放（排气筒高度16米）。

3.3.2 氨基酸成品车间尾气处理工艺流程图

3.3.3 设备一览表

3.3.4 处理结果

氨基酸成品车间经四次取样检测结果显示，处理前尾气平均臭气浓度1147.5，处理后尾气平均臭

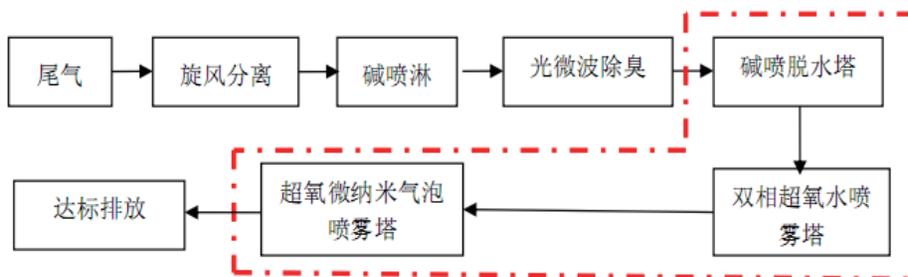


图5 氨基酸成品车间尾气处理流程图

表 4 成品车间尾气除臭装置设备清单

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
名称	超氧纳米喷雾	配套防腐水泵	双向超氧水雾喷塔	配套防暴泄压设施	碱水吸收塔	系统总控	主风机	超微纳米气泡发生池	循环超爆水池	气体检测及联动装置	除湿机	低温等离子发生器	光微波
型号	处理风量 30000m ³	流量2t 程40m, 0.75kw	处理风量 30000m ³	DN300气体 超标正压 泄压、自 动复位	处理风量 30000m ³	JKJ-X-2	4-37-11ND12 C	2000*2000* 150	3000*200 0*1600	SK-800	KLM100- CGW-36KW		
数量	1台	10台	1台	3台	2台	2台	1套	1套	1套	1套	1台	2套	3组

表 5 氨基酸成品车间尾气臭味检测数据表

氨基酸成品车间尾气检测数据				
检测频次	臭气进口	臭气总排口	标准限值	处理效率%
1	1318	724	2000	549.3
2	977	549	2000	561.9
3	977	724	2000	74.1
4	1318	549	2000	416.5
平均	1147.5	636.5	2000	554.6

本数据由宁夏森蓝环保有限公司提供

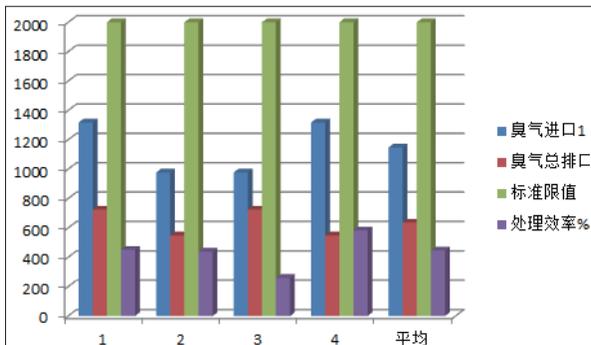


图 6 氨基酸成品车间尾气除臭效果对比图

气浓度降为 636，平均臭气去除率达 45.5%。

4 展望

宁夏伊品生物科技股份有限公司作为国内发酵

行业龙头企业，在尾气治理工作中勇于担当，通过不断实践验证，证实采用碱喷脱水 + 双相氧化 + 微纳米气泡工艺、游离基发生器 + 光催化氧化 + 喷淋塔洗涤工艺工艺，能有效解决困扰氨基酸发酵企业废气恶臭的行业难题，为推动氨基酸发酵行业进一步发展积累丰富发酵尾气处理实践经验。

【参考文献】

- [1] 崔艳宏，严睿，氨基酸发酵浓缩液生产复混肥尾气处理装置的改造，价值工程，2011.35.011
- [2] 刘建泉，生物除臭工艺原理及其应用，热点聚焦，2013，04
- [3] 阳光辉，姜东，夏华磊，李登新，微纳米气泡体系对 NO 氧化吸收效果的研究，环境科学与技术，第 41 卷 第 8 期
- [4] 谷春波，李建平，王跃锦，游离基氧化技术处理污水厂恶臭废气，中国高新技术企业，2013 年第 5 期
- [5] 黄雪峰，唐玉朝，铁改 TiO₂ 光催化性能研究，合肥工业大学学报，2009 年，第 29 卷，第 9 期
- [6] 兰海，利用高能电子束去除废气中的有害氧化物，环保与除尘，2008 年，NO.3
- [7] 彭芬，微纳米气泡技术在喷涂废气治理中的应用，中国环保产业，1006-5377 (2017) 05-0035-03

水溶性膳食纤维的生理功能及其在食品中的应用

◎逢晓云^{1,2}, 肖林^{1,2}, 夏蕊蕊^{1,2,3}, 孙保剑^{1,2}, 杨建^{1,2}

1. 山东龙力生物科技股份有限公司, 山东 禹城, 251200; 2. 山东省秸秆生物炼制技术重点实验室, 山东 禹城, 251200; 3. 山东大学生命科学学院, 山东 济南, 250100

【摘要】膳食纤维对人体健康具有特殊的生理功能, 尤其是水溶性膳食纤维在调节糖类和脂类代谢有着重要的生理功能, 因此水溶性膳食纤维类被广泛应用于食品, 并受到消费者的欢迎。本文主要介绍了水溶性膳食纤维的理化特征、生理功能及在食品中的应用。

【关键词】水溶性膳食纤维; 理化功能; 生理功能; 食品

膳食纤维(Dietary Fiber, DF)这一概念最早提出于20世纪50年代。到20世纪70年代, 有研究发现, 膳食纤维与多种当代文明病呈有明显关系。近年来, 有关膳食纤维研究热点, 从所有膳食纤维进一步细化到可溶性膳食纤维。研究资料显示, 可溶性膳食纤维和不溶性膳食纤维在人体内所发挥的作用是不同的^[1]。可溶性膳食纤维在人体内的生理活性要高于不溶性膳食纤维, 并且拥有较强的调节糖类和脂类代谢的生理功能, 可以调节人体内过高的胆固醇含量及预防心血管疾等作用^[2], 因此得到了社会各界的广泛重视。



1 膳食纤维的定义及分类

膳食纤维是指不能被人体小肠吸收利用却能够在结肠内完全或部分发酵的植物可食部分或碳水化合物类似物。发酵产物中有益生菌生成，产生益生菌，达到调节肠道的作用。膳食纤维是一种复杂的非淀粉类结构性多糖混合物，根据其常用的溶解特性的不同可以分为可溶性膳食纤维（Soluble Dietary Fiber, SDF）和不溶性膳食纤维（Insoluble Dietary Fiber, IDF）两大类。水溶性膳食纤维则是指不能被人体消化道内消化酶消化吸收，但可溶于温水或热水，且其水溶液又能被相当于四倍体积 95% 乙醇沉淀分离的那部分非淀粉多糖^[3]，包括葡聚糖、果胶、树胶、藻胶、豆胶、琼脂和羟甲基纤维素等。

2 膳食纤维的理化特征

膳食纤维的化学组成特性，决定了其具有一些独特的理化性质。概括的说，主要包括以下五个方面。

2.1 高持水性

膳食纤维化学结构中含有很多亲水极性基团如果胶、树胶和部分半纤维素，因此具有很强的持水性，膳食纤维持水能力因来源和分析方法不同而异，变化范围大致在自身质量的 1.5-2.5 倍之间。由于膳食纤维不被消化吸收而进入结肠，并以吸附大量的水分，从而促进肠道蠕动，增加排便速度和体积，有利于防治便秘。同时，膳食纤维的持水性也减轻了泌尿系统的压力，从而缓解了诸如膀胱炎、膀胱结石和肾结石这类泌尿系统疾病的症状，并能使毒物迅速排出体外^[4]。

2.2 阳离子交换作用

膳食纤维化学结构中包含一些羧基和羟基类侧链基团，呈现出弱酸性阳离子交换树脂的作用，可与阳离子，尤其是有机阳离子进行可逆交换。膳食纤维对阳离子的可逆作用，是通过改变离子的瞬间浓度，一般是稀释并延长它们的转换时间，从而影响消化道的 pH 值、渗透压以及氧化还原电位，并出现一个利于消化吸收的缓冲环境^[5]。膳食纤维与肠道中的 Na^+ 、 K^+ 进行交换，可促使尿液和粪便中排出 K^+ 、 Na^+ ，从而降低血液 Na^+/K^+ 比，直接起到降低血压的作用。膳食纤维的吸附作用也可降低重金属毒性^[6]。

2.3 吸附作用

膳食纤维表面带有很多活性基团，可以螯合吸附胆固醇、胆汁酸之类的有机分子，从而抑制人体对它们的吸收，这是膳食纤维影响体内胆固醇类物质代谢的重要原因^[7]。同时，膳食纤维还能吸附肠道内的有毒物质，并促进它们排出体外。膳食纤维的吸附作用，与其生理功能密切相关，膳食纤维吸附脂肪、胆固醇被认为是降低血脂功能的机理之一。肠腔内膳食纤维与脂肪和胆固醇的作用可能是静电力、氢键、疏水键间的相互作用，氢键结合可能是主要的作用形式^[8]。

2.4 发酵作用

膳食纤维不能被人体消化道分泌的酶降解，却可以被肠道内的微生物发酵利用，产生乙酸、丙酸和丁酸等短链脂肪酸，降低肠道 pH，从而影响微生物菌群的生长和增殖^[9]。肠道内的细菌分有益菌与有害菌两种，有益菌可合成维生素 B1、维生素 B2、尼克酰胺、叶酸、维生素 K 等，还可抑制有害菌的繁殖^[10]。肠道内膳食纤维可为有益菌正常生

长繁殖提供有利条件。不同种类的膳食纤维降解程度不同,果胶等水溶性膳食纤维几乎可被完全降解,纤维素等水不溶性纤维则不易为微生物利用。相同类别和来源的膳食纤维,颗粒小越小越容易降解,而单独摄入的膳食纤维比包含在食物基质中的更易降解。

2.5 溶解性与黏性

膳食纤维的溶解性、黏性对其生理功能有重要影响,水溶性纤维更易被肠道内的细菌所发酵,在胃肠道中,黏性膳食纤维可使其中的内容物黏度增加,形成胶基层,增加非搅动层厚度,降低胃排空率,延缓和降低葡萄糖、胆汁酸和胆固醇等物质的吸收。

3 可溶性膳食纤维的生理功能

3.1 可溶性膳食纤维对心血管疾病预防作用

流行病学研究表明,可溶性膳食纤维与心血管疾病预防密切相关。法国一个研究小组发现,膳食纤维摄入量与心脑血管病发生率呈负相关;经常摄入膳食纤维有助于降低体重,并具有降血压、载脂蛋白B、胆固醇、甘油三酯等作用^[11]。日本学者通过对86387名对象进行随访调查,发现膳食纤维能有效防止妇女急性心血管疾病发生^[12]。一份美国营养与健康调查发现,膳食纤维摄入量最高五分位数,与最低五分位数比较,发生冠心病相对危险度为0.88;且若摄入可溶性膳食纤维,则效果更为明显^[13]。最近一些研究发现,可溶性膳食纤维和不可溶性膳食纤维均能显著降低患心血管疾病风险,食物中每增加10g膳食纤维,冠心病发病率降低

14%,冠心病死亡相对危险度降低27%^[14]。另外,有研究发现,高膳食纤维量摄取可有效预防中风。

3.2 可溶性膳食纤维降血糖作用

研究人员调查发现,膳食纤维摄入量与糖尿病患者胰岛素抵抗呈反比^[15]。Ventura等^[16]通过调查109个10岁到17岁超重有糖尿病家族史拉丁美洲小孩,发现可溶性膳食纤维摄入量对数值与腰围对数值呈反比。Panahi^[17]等发现口服燕麦膳食纤维可显著降低餐后血糖浓度约19.6%。还有研究发现,每天摄入10g膳食纤维,病人餐后30分钟血糖峰值明显降低^[18]。通过对非糖尿病男性食用仙人掌果胶膳食纤维研究后发现,食用仙人掌果胶组志愿者餐后血糖患下降11%、胰岛素下降11%^[19]。

3.3 可溶性膳食纤维对肿瘤预防和肿瘤细胞凋亡诱导作用

英国学者通过研究各种膳食纤维与肿瘤发生之间关系,发现膳食纤维摄入量与乳腺癌发生率呈反比^[20-21]。Jansen等^[22]研究发现,源于各种蔬菜水果和谷物的膳食纤维能有效降低胰腺癌发生率,且膳食纤维摄入量明显与胰腺癌发生率呈反比。研究还发现,膳食纤维摄入量与食道癌发生率有明显关系;Maria等^[23]发现可溶性纤维与肿瘤发生成反比。临床上通过对80名胃癌患者食用超微香菇多糖研究发现,应用香菇多糖与化疗结合治疗后,患者生活质量有明显提高^[24]。应用真菌多糖抗肿瘤研究发现,真菌多糖具有激活和加强乳腺癌患者体内巨噬细胞功能,增强乳腺癌患者自我免疫功能^[25]。我国学者研究发现,改性柑橘果胶对肝癌H22细胞有较强抑制作用,高剂量下抑制率可达47.8%;另一个研究小组先让小鼠饮用葡聚糖溶液10天后静脉注射接种黑色素瘤细胞,14天后处死取肺部进行观察,

发现葡聚糖保护组小鼠肺癌发生率较低，同时巨噬细胞增长较多^[26]。研究还发现，自由饮用燕麦葡聚糖溶液能有效阻止肺癌细胞生长和转移，并认为这很有可能是激活巨噬细胞及自然杀伤细胞抗肿瘤作用^[27]。

4 水溶性膳食纤维在食品中的应用

膳食纤维具有很多独特的有益人体健康的生理功能，可作为优质的食品添加剂添加到乳制品、饮料、焙烤食品中，还可将麦麸膳食纤维制成冲剂、咀嚼片等，用来提高人体所需的膳食纤维摄入量，增加产品保健功能，改善产品风味、色泽、保水性和持油性，增强产品品质和附加值等^[28]。

将膳食纤维添加到乳制品中，既可以满足人们对蛋白质和膳食纤维营养成分的需要，又能改乳制品的善口感，提高产品的稳定性^[29]。经常食用添加膳食纤维的乳制品，可以改善肠道功能，预防便秘，降低血脂和血糖，协助减肥等很多功效^[30]。任志远，李鹏飞等^[31]从麦麸中提取可溶性膳食纤维并加入到酸奶和鲜奶制品中，通过感官评价试验，在保证该保健型鲜奶品质最佳时，并提高其保健功效。郭健，汪江波等^[32]将提取得到的小麦麸皮膳食纤维加入到脱脂乳中均匀混合，同时接入乳酸菌进行发酵，最后经调配、均质等处理工艺过程，研制出一种新型的功能性乳酸发酵麦麸膳食纤维饮料，增加了麦麸的精深加工途径。

膳食纤维可作为食品的乳化稳定剂和增稠剂添加到液体饮料中，可以提高液体饮料中其它微粒分布的均匀性，提高液体饮料的稳定性和分散性，使产品在较长时间内保持稳定及改善口感^[33]。张慧霞，张憨等^[34]提取豆渣中可溶性膳食纤维，利用响应

面分析法对杨梅汁稳定性进行试验研究。邵娟娟^[35]提取的豌豆皮水溶性膳食纤维添加到米乳饮料中，可以提高其保健性。膳食纤维在焙烤食品方面广泛应用于面包、蛋糕、饼干中。膳食纤维对于提高焙烤食品的持水性和持气性及增加面团的含水量有很好作用效果，改善产品的蜂窝组织、口感、色泽及营养品质，延缓老化速率，并且热量较低。研究表明，在面包中添加适量麦麸膳食纤维，能改善面筋的网络结构和面团形成，形成蜂窝组织，增加面包的体积，口感细腻，无鼓皮干涩味，并延缓面包老化速率，感官评分最高^[36]。张艳荣，张雅媛等^[37]将玉米皮膳食纤维进行挤压处理后，添加16%到饼干中使面团具有更好的可塑性和加工性能，并改善饼干的咀嚼性。

5 结语

随着生活节奏加快，人们生活作息、饮食的不规律性及工作压力变大，再加上长时间的办公室办公，缺少运动，肠胃功能变弱，容易引起便秘、毒素堆积、肠道疾病以及心血管等问题，而水溶性膳食纤维有助于排出毒素、降血糖、预防心脑血管疾病。将水溶性膳食纤维更多、更广的应用于食品有助于改善现代人的饮食结构，促进身体健康，而这也将会大大促进膳食纤维的发展。粗放的加工生产模式必将由更精细化的分类所取代，无论是从原料的种类，提取方法、改性研究都会大有作为。

【参考文献】

- [1] 冯志强，李梦琴，刘燕燕. 生物酶法提取麦麸膳食纤维的研究[J]. 现代食品科技，2006，01：18-10.
- [2] Mckee L H, Latner T A. Underutilized sources of

- dietary fiber[J]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2000, 55(4): 285–304.
- [3] 刘伟兰. 麦麸膳食纤维在肉丸中的应用[D]. 华南理工大学, 2011.
- [4] 周坚, 肖安红. 2005. 功能性膳食纤维食品[M]. 北京: 化学工业出版社: 2–3
- [5] 刘树兴. 膳食纤维的特性及制备[J]. *西北轻工业学院学报*, 2002(2): 108–109
- [6] 胡国华, 黄绍华. 米糠膳食纤维对胆酸钠吸附作用的研究[J]. *中国食品添加剂*, 2001(2): 10–12
- [7] 陈茂生, 邢思敏. 膳食纤维的功能及其开发研究[J]. *食品科技*, 2000. (1) : 23–24
- [8] 欧仕益, 高孔荣, 吴晖. 麦麸膳食纤维清除重金属离子的研究[J]. *食品科学*, 1998, 9(5): 7–10
- [9] LoG. Nutritional and physical properties of dietary fiber from soybeans t[J]. *Cereal Foodsword*. 1999, 4(7): 530–534
- [10] 祝威. 挤压蒸煮法改善玉米膳食纤维功能特性的研究[D]. 吉林农业大学, 2003
- [11] Lairon D, Arnault N, Bertrais S, et al. Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults [J]. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2005, 82 (6) : 1185–1194.
- [12] Kokubo Y, Iso H, Saito I, et al. Dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease in the Japanese population: the Japan public health genter-based study cohort [J]. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2011, 65 (11) : 1233–1241.
- [13] Bazzano L A, He J, Ogden L G, et al. Dietary fiber intake and reduced risk of coronary heart disease in US men and women: the national health and nutrition exam—ination survey I epidem iologic Follow—up Study [J]. *Arch. Intern. Med.*, 2003, 163 (16) : 1897—1904.
- [14] Adams M. Dietary fiber from fruits and vegetables reduces risk of coronary heart disease [J]. *Arch. Intern. Med.*, 2004, 164: 370—375.
- [15] Ylönen K, Saloranta C, Kronberg—Kippilä C, et al. Associations of dietary fiber with glucose metabolism in nondiabetic relatives of subjects with type 2 diabetes: the botnia dietary study [J]. *Diabetes Care*, 2003, 26 (7) : 1979—1985.
- [16] Ventura E E, Davis J N, Alexander K E, et al. Dietary intake and the metabolic syndrome in overweight latino children [J]. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2008, 108 (8) : 1355—1359.
- [17] Panahi S, Ezatagha A, Temelli F, et al. Beta—glucan from two sources of oat concentrates affect postprandial glycemia in relation to the level of viscosity [J]. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2007,
- [18] Jim H, Stote K S, Behall K M, et al. Glucose and insulin responses to whole grain breakfasts varying in soluble fiber, beta—glucan: a dose response study in obese women with increased risk for insulin resistance [J]. *Eur. J. Nutr.*, 2009, 48 (3) : 170—175.
- [19] Wolfram R M, Kritz H, Efthimiou Y, et al. Effect of prickly pear (Opuntia robusta) on glucose— and lipid—metabolism in non—diabetics with hyperlipidemia—a pilot study [J]. *Wien Klin Wochenschr*, 2002, 114 (19–20) : 840—846.
- [20] Aune D, Chan D S, Greenwood D C, Dietary fiber and breast cancer risk: a systematic review and meta—analysis of prospective studies [J]. *Ann. Oncol.*, 2012, 23 (6) : 1394—1402.

- [21] Li Q, Holford T R, Zhang Y, et al. Dietary fiber intake and risk of breast cancer by menopausal and estrogen receptor status [J]. *Eur. J. Nutr.*, 2013, 52 (1) : 217—223.
- [22] Jansen R J, Robinson D P, Stolzenberg—Solomon R Z, et al. Fruit and vegetable consumption is inversely associated with having pancreatic cancer [J]. *Cancer Causes Control*, 2011, 22 (12) : 1613—1625.
- [23] Maria Soler, Cristina Bosetti, Silvia Franceschi. Fiber intake and the risk of oral, pharyngeal and esophageal cancer [J]. *Int. J. Cancer*, 2011, 91: 283—287.
- [24] Hazama S, Watanabe S, Ohashi M, et al. Efficacy of orally administered superfine dispersed lentinan (beta—1, 3—glucan) for the treatment of advanced colorectal cancer [J]. *Anticancer Res.*, 2009, 29 (7) : 2611—2617.
- [25] Demir G, Klein H O, Mandel—Molinas N, et al. Beta glucan induces proliferation and activation of monocytes in peripheral blood of patients with advanced breast cancer [J]. *Int. Immunopharmacol.*, 2007, 7 (1) : 113—116.
- [26] Murphy E A, Davis J M, Brown A S. Effects of moderate exercise and oat beta—glucan on lung tumor metastases and macrophage antitumor cytotoxicity [J]. *J. Appl. Physiol.*, 2004, 97 (3) : 955—959.
- [27] Tian J, Ma J, Ma K, et al. Up—regulation of GITRL on dendritic cells by WGP improves anti—tumor immunity in murine lewis lung carcinoma [J]. *PLoS. S. One.*, 2012, 7 (10) : 46936.
- [28] Kim K H, Tsao R, Yang R, et al. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 2006, 95: 466—473.
- [29] 黄纪念. 麦麸膳食纤维研究概况 [J]. *农产品加工*, 2010, 3: 20—23.
- [30] 刘楠. 膳食纤维的理化性质_生理功能及其应用 [J]. *食品安全质量检测*, 2015, 10: 3959—3963.
- [31] 任志远, 李鹏飞. 麦麸可溶性膳食纤维提取及在乳制品中的应用 [J]. *山西农业大学学报 (自然科学版)*, 2010, 30(4): 305—308.
- [32] 郭健, 汪江波. 麦麸膳食纤维乳酸饮料的研制 [J]. *中国酿造*, 2001, 04: 27—29.
- [33] 令博. 葡萄皮渣膳食纤维的改性及其生理功能和应用研究 [D]. 西南大学, 2012.
- [34] 张慧霞, 张焜, 张曙光. 可溶性膳食纤维的提取及在杨梅汁中的应用 [J]. *食品与生物技术学报*, 2012, 31(06): 606—614.
- [35] 邵娟娟. 豌豆皮水溶性膳食纤维的制备及性质研究 [D]. 江南大学农产品加工及贮藏工程, 2011: 3.
- [36] 何雅蕾, 马铁明, 王凤成. 麦麸膳食纤维添加对面包和馒头品质影响 [J]. *粮食与饲料工业*, 2009, 08: 21—23.
- [37] 张艳荣, 张雅媛, 王大为. 玉米膳食纤维在饼干中应用的研究 [J]. *食品科学*, 2005, 08: 138—142.

2020年1-7月有关产品进出口情况

一、进口

单位：千克，美元

序号	品名	7月份		1-7月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米，种用除外	913,056,068	193,843,597	4,569,175,944	975,593,670
2	小麦淀粉	473,755	189,757	2,118,331	899,854
3	玉米淀粉	1,133,248	742,955	4,736,105	3,722,942
4	马铃薯淀粉	6,388,896	4,937,288	24,073,449	20,577,395
5	木薯淀粉	125,360,337	50,773,741	1,613,318,885	656,355,468
6	未列名淀粉	5,099,029	2,456,942	14,591,767	7,469,945
7	菊粉	375,350	924,190	2,828,219	6,737,208
8	粗甘油；甘油水及甘油碱液	76,179,321	22,774,026	622,093,252	145,859,688
9	砂糖	48,603,146	21,044,666	211,345,804	89,284,162
10	绵白糖	11,604,868	11,909,759	12,160,313	12,119,081
11	无水乳糖，重量计干燥状态的乳糖含量≥99%	1,997,316	3,320,732	43,828,636	43,988,794
12	其他乳糖及乳糖浆	9,559	92,644	8,934,305	15,157,697
13	械糖及械糖浆	92,657	354,552	195,936	1,122,387
14	葡萄糖及葡萄糖浆，果糖<20%	3,048,866	690,777	4,311,201	2,861,488
15	葡萄糖及糖浆，20%≤果糖<50%，转化糖除外	--	--	147,471	167,940
16	化学纯果糖	856,315	744,276	2,305,084	2,176,803
17	果糖及果糖浆，果糖>50%，转化糖除外	3,317,506	1,462,232	5,681,994	4,929,346
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	70,023,660	28,267,306	540,964,724	212,519,961
19	活性酵母	101,527	1,456,885	680,237	5,880,556
20	非活性酵母；已死的其他单细胞微生物	42,302	715,692	380,509	4,392,514
21	发酵粉	54,056	195,966	108,840	461,413
22	味精	301,562	938,889	1,040,783	3,591,175
23	未列名二元醇	25,639,851	30,444,649	138,229,319	179,553,913
24	季戊四醇	241,656	361,305	2,392,255	3,725,013
25	甘露糖醇	57,337	528,323	309,923	2,472,634
26	山梨醇	367,630	476,550	1,470,065	2,659,143
27	丙三醇（甘油）	26,891,449	16,524,797	247,795,784	126,901,319
28	木糖醇	25	725	8,654	93,490
29	其他多元醇	643,332	585,923	1,565,420	2,280,724
30	肌醇	1,036	40,064	18,638	555,689
31	草酸	29,820	103,545	68,603	744,092
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	271,606	1,486,702	2,112,729	12,674,109
33	乳酸及其盐和酯	1,807,819	3,181,932	9,400,694	16,028,861
34	酒石酸	3,105	71,562	173,755	1,061,959
35	酒石酸盐及酒石酸酯	31,461	177,454	117,732	779,518
36	柠檬酸	131,706	413,164	1,387,723	3,385,890
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	153,063	661,481	778,277	4,914,628

(续上表)

序号	品名	7月份		1-7月份	
		数量	金额	数量	金额
38	葡糖酸及其盐和酯	67,040	168,997	335,107	1,186,497
39	赖氨酸	12	25,305	25,038	416,991
40	赖氨酸酯及盐	24,001	22,767	424,680	964,203
41	谷氨酸	386	13,248	6,074	94,532
42	谷氨酸钠	191	5,119	90,867	272,733
43	其他谷氨酸盐	27	2,159	1,646	101,598
44	未列名氨基酸	559,749	4,462,222	5,367,421	44,813,102
45	其他氨基酸酯及盐	243,619	1,094,598	1,807,405	7,417,805
46	糠醇及四氢糠醇	455	3,637	158,816	353,822
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	8,844	573,050	65,083	3,251,841
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	316,027	4,516,358	3,102,975	36,488,747
49	木糖	54,000	10,800	60,000	31,735
50	其他化学纯糖, 但蔗糖 / 乳糖 / 麦芽糖 / 葡萄糖及果糖除外; 糖醚 / 糖缩醛 / 糖酯及其盐	667,028	1,241,935	3,435,454	8,029,225
51	糊精及其他改性淀粉	36,119,485	38,337,450	257,566,087	247,430,798
52	以淀粉 / 糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	7,309	20,585	55,514	148,714
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	14,025	218,234	42,490	703,423
54	碱性蛋白酶	179,891	1,578,695	1,263,412	7,863,569
55	碱性脂肪酶	330	22,122	723	632,828
56	未列名的酶; 未列名的酶制品	921,328	23,575,850	7,262,916	148,245,269
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	1,400	5,880	80,351	116,930

二、出口

单位: 千克, 美元

序号	品名	7月份		1-7月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米, 种用除外			1,979,970	557,686
2	小麦淀粉	186,859	106,054	111,353,096	36,770,286
3	玉米淀粉	46,310,670	15,651,988	393,004,494	130,526,573
4	马铃薯淀粉	339,877	376,835	1,046,875	1,117,933
5	木薯淀粉	38,919	34,935	3,648,999	3,434,054
6	未列名淀粉	3,101,367	3,142,300	20,124,755	20,702,217
7	菊粉	58,485	258,796	592,655	2,533,475
8	粗甘油; 甘油水及甘油碱液	4,200	5,166	4,200	5,166
9	砂糖	18,505,191	7,798,687	76,079,769	31,562,917
10	绵白糖			545,445	212,485
11	无水乳糖, 重量计干燥状态的乳糖含量 ≥ 99%	1,000	7,000	203,190	302,646
12	其他乳糖及乳糖浆	3,650	15,808	88,410	285,645
13	槭糖及槭糖浆	576	5,289	576	5,317
14	葡萄糖及葡萄糖浆, 果糖 < 20%	65,706,949	28,358,604	488,558,754	214,001,892

(续上表)

序号	品名	7 月份		1-7 月份	
		数量	金额	数量	金额
15	葡萄糖及糖浆, 20% ≤ 果糖 < 50%, 转化糖除外	774,946	359,840	3,957,326	1,873,362
16	化学纯果糖	278,000	354,061	1,589,100	1,932,801
17	果糖及果糖浆, 果糖 > 50%, 转化糖除外	20,283,965	7,199,374	138,747,260	50,202,238
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	45,396,399	29,586,156	317,302,925	205,422,573
19	活性酵母	11,326,573	23,440,898	70,972,352	150,143,117
20	非活性酵母; 已死的其他单细胞微生物	2,199,518	5,701,364	16,923,479	39,615,438
21	发酵粉	634,140	1,125,053	6,168,444	8,307,414
22	味精	1,784,879	1,880,504	12,984,957	12,710,016
23	未列名二元醇	2,326,060	4,817,796	28,419,644	56,336,652
24	季戊四醇	4,007,775	5,477,937	25,769,770	39,279,488
25	甘露糖醇	941,065	2,317,402	6,430,695	15,169,818
26	山梨醇	7,157,414	4,948,409	59,652,446	43,092,007
27	丙三醇(甘油)	660,850	653,498	6,308,685	5,746,317
28	木糖醇	2,520,671	8,107,915	23,022,550	77,679,083
29	其他多元醇	3,798,645	8,418,774	25,128,405	55,982,854
30	肌醇	456,765	1,816,864	4,112,881	14,575,496
31	草酸	10,023,008	6,591,615	63,073,737	36,495,892
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	6,326,239	15,684,749	52,839,509	152,995,282
33	乳酸及其盐和酯	5,888,056	7,339,041	32,157,462	42,683,456
34	酒石酸	3,823,693	7,685,435	28,445,558	59,710,882
35	酒石酸盐及酒石酸酯	195,475	476,797	1,140,029	4,366,270
36	柠檬酸	64,531,396	38,804,511	599,465,261	360,026,381
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	14,955,880	11,884,953	136,625,498	104,876,716
38	葡糖酸及其盐和酯	13,156,460	9,316,423	109,616,749	71,005,249
39	赖氨酸	5,110	48,432	342,786	1,312,328
40	赖氨酸酯及盐	56,729,483	53,795,100	469,775,860	421,437,646
41	谷氨酸	6,652,245	6,565,368	49,148,635	49,157,209
42	谷氨酸钠	56,796,776	49,545,439	411,347,414	365,993,879
43	其他谷氨酸盐	8,304	53,642	136,715	677,638
44	未列名氨基酸	16,719,480	52,436,456	132,047,634	418,820,109
45	其他氨基酸酯及盐	10,601,878	31,165,428	77,080,810	189,860,938
46	糠醇及四氢糠醇	3,798,370	5,213,039	34,537,281	48,686,823
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	16,026,166	65,102,574	121,659,832	426,238,323
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	4,817,055	44,665,059	46,373,153	366,090,024
49	木糖	747,207	1,830,905	9,616,527	23,064,880
50	其他化学纯糖, 但蔗糖/乳糖/麦芽糖/葡萄糖及果糖除外; 糖醚/糖缩醛/糖酯及其盐	2,258,052	8,274,671	20,739,072	68,541,754
51	糊精及其他改性淀粉	6,341,564	11,038,051	47,852,868	52,259,773
52	以淀粉/糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	513,082	395,571	3,771,474	3,030,728
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	25,260	94,024	78,103	363,853
54	碱性蛋白酶	37,774	1,915,122	366,530	6,307,409
55	碱性脂肪酶	5,852	43,715	71,898	587,386
56	未列名的酶; 未列名的酶制品	5,527,353	26,825,447	46,455,993	225,991,223
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	7,626,702	3,520,008	55,443,435	25,996,182

(以上表格内容未经许可不得转载)

关于征集氨基酸及相关产业 2020-2021 年度 国家标准、行业标准及团体标准制修订建议的通知

各氨基酸生产企业及相关单位：

我国氨基酸行业标准的缺失严重制约了行业的发展，为此，“中国生物发酵产业标准化技术委员会氨基酸分会”（简称“氨基酸分会”）于2017年6月正式成立，旨在弥补我国氨基酸产业在政策及标准等方面的不足，为企业的发展保驾护航。“氨基酸分会”成立至今，先后组织氨基酸行业相关企业开展了《取水定额 第9部分 味精制造》、《取水定额 第xx部分 赖氨酸盐制造》等国家标准，《三支链氨基酸》、《L-谷氨酰胺》等行业标准，《绿色设计产品评价技术规范 氨基酸》、《氨基酸行业绿色工厂评价要求》、《食品加工用氨基酸》、《食用氨基酸制品》、《氨基酸饮料》、《液体味精（液体谷氨酸钠）》等团体标准的制修订工作。其中，《食品加工用氨基酸》团体标准荣获工信部“2019年团体标准应用示范项目”荣誉。

根据氨基酸产业发展需要，现针对氨基酸及相关产业征集2020-2021年度国家标准、行业标准及团体标准制修订建议，具体要求如下：

一、申报范围

围绕氨基酸及相关产业的发展需求、未来发展方向等开展申报工作：

- 1、国家标准：氨基酸产业基础、通用、管理、方法等。
- 2、行业标准：氨基酸产品及方法等。
- 3、团体标准：（1）已有国家标准、行业标准，但需要更加规范并与国际接轨的产品及相关标准；（2）没有国家标准、行业标准，但行业亟需的产品及相关标准；（3）定制专用标准。

二、申报时间

根据标准申报情况，与联系人具体协商。

三、联系方式

联系人：关丹

电话：010-68396573

邮箱：gd1104@163.com

附件：1、国家标准立项建议申报材料；2、食品安全国家标准立项建议书；3、行业标准立项建议申报材料；4、团体标准立项建议申报材料。（附件详见 www.cfia.org.cn）

中国生物发酵产业协会氨基酸分会

2020年2月13日

关于举办“生物制造产业前沿技术与生物安全防护高级研修班”的通知

各相关单位：

为贯彻落实人力资源社会保障部办公厅《关于印发专业技术人员知识更新工程2020年高级研修项目计划的通知》(人社厅发〔2020〕53号)文件精神，提升生物制造产业专业技术人员能力与素质，继2018年11月成功举办56家单位参与的“生物发酵产业发酵工艺、装备提升及分离提取技术高级研修班”2019年11月成功举办72家单位参与的“智能生物制造高级研修班”之后，经人社部审核批准，中国生物发酵产业协会与华东理工大学将于2020年10月举办“生物制造产业前沿技术与生物安全防护高级研修班”，现就相关事宜安排通知如下：

一、研修时间：2020年10月，具体时间根据新冠肺炎疫情防控情况而定，将在9月份发布的录取通知中确认。

二、研修地点：上海(暂定)，具体地点根据新冠肺炎疫情防控情况而定，将在9月份发布的录取通知中确认。

三、研修内容：

- 1、生物制造产业新技术(包括菌种、发酵、分离、纯化、三废处理、人工智能)的理论、技术及新型装备；
- 2、生物发酵产业生物安全防护技术和理论；
- 3、传统发酵食品工业的智能化革命、新技术、新装备和生产实践；
- 4、政府生物安全防护相关法律、政策、举措解读与生物制造产业政策解读。

四、研修对象：

各生物发酵企业总经理、技术副总、生产负责人。

五、报名方式

请各单位按照要求填写报名回执表(见附件1)，打印盖章扫描后于9月10日前以邮件的形式发送至报名邮箱 qiyongjun@ecust.edu.cn，接受资格预审，审核通过后将回复正式研修班报到通知书。研修学员名额共计60人，原则上每个单位学员不超过1人。

六、研修费用

根据人社部规定，研修人员研修期间的食宿、授课、资料、场地费用由承办单位承担；学员交通费及超标住宿费用需自理。

七、研修管理

高研班原则上实行集中培训，实施专家授课、实业实修、互动协同相结合的创新时效的培训体系。研修人员需完成规定课程，经考核合格后，由人力资源和社会保障部颁发《国家专业技术人员知识更新工程高级研修项目结业证书》，学习情况和培训学时可计入《专业技术人员继续教育证书》。高研班以全国性行业协会专家资源库为基础，立足需求、突出前瞻、统筹资源，聘请行业专家、创新领袖，通过主题报告、专题讲座、互动交流、实业实训等形式开展研修。今年受新冠疫情影响，可能会采用线上培训的方式实施培训，具体根据新冠肺炎疫情防控情况而定。

八、联系方式

联系人：胡修玉 邱勇隼

电话：010-68396504 021-64253904

手机：13910413888 13501742008

邮箱：qiyongjun@ecust.edu.cn

附件：1、报名回执表

中国生物发酵产业协会 华东理工大学
2020年8月11日

附件 1:

**生物制造产业前沿技术与生物安全防护高级研修班
报名回执表**

单位盖章:

填表时间:

年 月 日

姓 名		性 别		民 族	
职 务			职 称		
工作单位					
通讯地址					
邮 编			E-mail		
固定电话			手机		
传 真					
到达日期			航班（车次）		
从事专业 及专长					
住宿安排	会议统一预定（ ）；自己预定（ ）；				
希望研讨交流的内容					

中国生物发酵产业协会入会申请书

为促进我国生物发酵产业的发展，我单位自愿申请加入中国生物发酵产业协会。承认协会章程和遵守有关规定，履行会员义务，执行理事会的决议。愿意在协会中为推动我国生物发酵行业的振兴和发展做出贡献。

申请单位 _____ (公章)

单位法人代表: (签章)

年 月 日

协会意见:

年 月 日



9th BIO CHINA

2021 第九届上海国际生物发酵产品与技术装备展览会

2021.8.25-27||上海新国际博览中心

新产品

新工艺

新技术

新装备

生物技术 融合助力

40,000M²

展示面积

800+

参展商

27场

行业论坛及活动

发酵工程、生物工程、细胞工程、蛋白质工程、生物医药（抗生素、疫苗等）、生物饲料、生物农药、生物肥料、生物化工、食品发酵、发酵产品（氨基酸、酵母、酶制剂、有机酸、发酵功能制品）、食品加工、益生制品等新技术、新工艺、新装备，打造集“展示、贸易、交流、咨询”为一体的“生物工程技术产业链”。

参观请扫二维码预登记:



主办单位：
中国生物发酵产业协会



承办单位：
上海信世展览服务有限公司

咨询热线: 021-5761 7459
官方网址: www.biozl.net