

中国工程科技论坛

中国食品制造技术 与轻工工程科技

● 中國工程院

高等教育出版社

中国工程科技论坛

中国食品制造技术 与轻工工程技术

Zhongguo Shipin Zhizao Jishu Yu
Qingong Gongcheng Keji

高等教育出版社·北京

内容提要

在“健康中国 2030”的大背景下,为了促进食品制造技术与轻工工程科技的发展,中国工程院开展了“食品制造技术及发展战略研究”重点课题研究。2017年5月8日,由中国工程院主办,中国工程院环境与轻纺工程学部和大连工业大学共同承办了以“促进轻工行业结构调整,创新中国食品制造技术,推动大健康食品产业发展”为主题的第248场中国工程科技论坛——“中国食品制造技术与轻工工程科技高端论坛”。本书是在会议上交流发表的论文报告基础上,经过筛选编辑而成。全书共四部分:第一部分为综述,介绍了论坛的基本情况和与会院士、专家的主要观点;第二部分为领导致辞;第三部分为主题报告,分享了健康食品产业、食品安全、发酵工程、肉类制造技术、皮革加脂剂等领域的先进科学思想和创新技术;第四部分为主题论文,分别对低场核磁技术、多糖的检测技术、重金属的脱除技术、食品品质评价技术等做了前瞻性的研究。

本书是中国工程院“中国工程科技论坛丛书”之一,可供轻工与食品领域专家学者参阅,也可作为轻工与食品相关专业研究生参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中国食品制造技术与轻工工程科技 / 中国工程院主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2018.9

(“中国工程科技论坛”系列)

ISBN 978-7-04-050198-8

I. ①中… II. ①中… III. ①食品加工-技术-研究-中国 ②轻工业-生产工艺-中国 IV. ①TS205
②TS05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 168553 号

总 策 划 樊代明

策划编辑 黄慧靖

封面设计 顾 斌

责任编辑 张 冉

责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 16.5
字 数 320 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2018 年 9 月第 1 版
印 次 2018 年 9 月第 1 次印刷
定 价 60.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 50198-00

编委会名单

主 任

朱蓓薇

学 术 指 导

陈克复 孙宝国 庞国芳 谢剑平 吴清平
岳国君 陈 坚

委 员

陈 卫 单 杨 胡小松 金征宇 马建中
任发政 孙润仓 王守伟 王 硕 王兴国
张和平 赵谋明 周光宏

目 录

第一部分 综 述

综述	3
----------	---

第二部分 领 导 致 辞

中国工程院副院长刘旭院士致辞	11
----------------------	----

第三部分 主题报告及报告人简介

基于遗传多样性数据库的食源性诺如病毒分子进化机制研究	吴清平	15
聚焦营养与健康,创新发展海洋食品产业	朱蓅薇	19
新一代发酵工程技术	陈 坚	26
肉类制造技术进展、趋势及政策建议	周光宏 等	34
功能性植物油基纳米复合皮革加脂剂	马建中 等	44
淀粉类特膳食品的功能化设计与创制	金征宇	53
木质纤维素生物质多级资源化工业利用探讨	孙润仓	60
橘皮类黄酮的分离、纯化、结构鉴定及抗氧化研究	单 杨 等	69
基于功能纳米材料的食品检测技术研究	刘敬民 等	85
基因组技术在乳酸菌及其发酵乳研究和开发方面的应用	张和平	97
我对食品超高压加工技术发展的一点理解	胡小松 等	110
食物蛋白质资源精深加工研究进展	赵谋明	119
中国液态奶产业发展现状与建议	任发政 等	129
肉类食品生物制造研究现状及展望	王守伟 等	136
益生菌健康效应与产业应用	陈 卫	144
倡导精准适度加工,助推食用油产业升级	王兴国	150
粮食质量安全保障与主食工业产业化	卞 科	160

第四部分 主题论文

虾夷扇贝生殖腺酶解物-核糖美拉德反应产物抗氧化
特性研究 韩佳润 等 173

蒸制过程中大菱鲆肌肉理化特性、组织结构及蛋白
特性变化 傅新鑫 等 183

鱼子酱盐渍贮藏过程中品质变化的研究 黄琳琳 等 191

鲍鱼性腺多糖中有害重金属的脱除方法 刘文转 等 196

胰蛋白酶对刺参体壁胶原纤维的降解作用研究 刘自强 等 202

罗非鱼鱼皮纳豆菌的发酵条件及产物生物活性 王 婷 等 208

熟化方式对预制鲍鱼品质的影响 王 阳 等 225

南极磷虾油中氟的赋存形态及吸附脱除的研究 阴法文 等 235

PMP-HPLC-MSⁿ 研究弱酸降解鲍鱼性腺多糖产生的寡糖 于 奇 等 242

即食海参经多次冻融循环后品质变化 祖鉴雪 等 251

后记 257

第一部分

综 述

综 述

一、论坛概况

轻工业作为重要民生产业,承担着满足消费、稳定出口、扩大就业、服务“三农”的重要任务,在经济和社会发展中发挥着举足轻重的作用。食品工业是朝阳产业,承担着为我国约 13 亿人口提供安全放心、营养健康食品的重任,是国民经济的支柱产业和保障民生的基础产业。随着我国经济步入新常态化,经济增长逐渐从高速转向中高速,发展规律由速度型粗放增长转向质量效率型集约增长,投资驱动力由要素投资驱动转向创新驱动,食品产业的发展也呈现出相应的变化。当前,营养与健康问题已经成为全球性的公共焦点问题,食品制造业逐步向绿色、环保、节能、高品质、个性化等方向发展,传统食品产业也逐步向大健康食品产业延伸和升级。我国食品工业在中央及各级地方政府的高度重视下,在 market 需求的快速增长和科技进步的有力推动下,迎来了良好的发展机遇。

为了促进食品制造技术与轻工工程科技的发展,2017 年 5 月 8 日,由中国工程院主办,中国工程院环境与轻纺工程学部及大连工业大学国家海洋食品工程技术研究中心共同承办的第 248 场中国工程科技论坛——“中国食品制造技术与轻工工程科技高端论坛”在辽宁省大连市顺利召开,并取得圆满成功。中国工程院副院长刘旭院士、华南理工大学陈克复院士、北京工商大学孙宝国院士、中国检验检疫科学研究院庞国芳院士、四川大学石碧院士、华南理工大学翟金平院士、中国烟草总公司谢剑平院士、大连工业大学朱蓓薇院士、广东省微生物研究所吴清平院士、国投集团岳国君院士、大连市副市长温雪琼女士、中国工程院二局副巡视员王元晶女士、大连工业大学校长李荣德教授,以及轻工和食品领域的长江学者特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、国家优秀青年科学基金获得者等 200 余名专家学者出席论坛。中国工程院副院长刘旭院士、中国工程院主席团成员陈克复院士、大连市副市长温雪琼女士和大连工业大学校长李荣德教授先后致辞。论坛开幕式由本次论坛主席、国家海洋食品工程技术研究中心主任、中国工程院院士朱蓓薇主持。

中国工程院副院长刘旭院士对本次论坛的成功举行表示祝贺。他指出,轻工业在经济和社会发展中起着举足轻重的作用,食品工业是轻工业必不可少的组成部分,同时,我国食品产业正向智能制造方向转型升级。他希望此次论坛的

召开,能为我国轻工与食品产业提供科技支撑。

中国工程院主席团成员陈克复院士指出,经过几个“五年计划”,我国轻工业和食品产业都取得了可喜的成绩,已成为重要的民生产业。随着我国经济的快速发展,居民食品消费向健康型、享受型转变,从“吃饱、吃好”向“吃得安全,吃得健康”转变,食品安全、营养、健康成为国民健康长寿的重要因素。他希望本次论坛的召开,能为促进食品产业主动适应经济发展新常态,加强供给侧结构性改革,向大健康食品产业延伸和升级发挥重要作用。

大连市副市长温雪琼女士对出席大会的院士、领导以及食品和轻工领域的专家、学者的到来表示热烈欢迎,对大会的胜利召开表示祝贺。她指出,大连是重要的食品工业城市,具有一批规模的食品企业,并对大连工业大学在大连食品产业发展中做出的贡献给予了高度的肯定。她希望通过此次大会的召开,大连工业大学国家海洋食品工程技术研究中心能够继续发挥学科优势,取得更好的成绩。

大连工业大学校长李荣德教授对本次论坛的召开表示热烈的祝贺。他简要介绍了大连工业大学的发展历程和办学成绩,以及大连工业大学食品学科的发展历程;并表示,学校承办此次论坛,是一次难得的机会,是中国工程院对大连工业大学的支持、关心和信任。他希望通过此次论坛的举办,可以促进轻工和食品科学领域的学术交流合作,积极地推动轻工和食品学科建设,推动大连工业大学食品学科向双一流学科的目标迈进。

本次论坛以“促进轻工行业结构调整,创新中国食品制造技术,推动大健康食品产业发展”为主题。在论坛交流中,共有 15 位院士、专家分别做了精彩的学术报告。上午的论坛由庞国芳院士和谢剑平院士主持,孙宝国院士、陈坚院士、周光宏教授、马建中教授、金征宇教授和孙润仓教授分别做了 6 场精彩的报告。下午的论坛由吴清平院士和岳国君院士主持,单杨研究员、王硕教授、张和平教授、胡小松教授、赵谋明教授、任发政教授、王守伟教授级高级工程师、陈卫教授和王兴国教授分别带来了 9 场精彩的报告。

二、论坛成效

经过为期一天的学术报告和研讨,本场论坛形成了以下见解和观点。

(一) 中国食品产业向“双导向”发展

中国乃至世界食品发展的大趋势是健康、美味、方便、实惠,而未来食品的发展应该是“双导向”的,即风味导向和健康导向。中国传统食品中有许多瑰宝,需要大力挖掘。挖掘中国传统食品的养生保健功能,通过中西结合提升传统食

品健康水平,依靠创新驱动健康食品发展,通过原料综合利用生产健康食品。未来食品的发展创新根源在于科技,需要利用科技创新提升日常食品特别是中国传统食品健康水平。

(二) 加强基础理论研究是食品工业发展之根本

现代食品产业是现代农业生产系统的重要组成部分,是经济发展的战略性新兴产业。食品种类繁多,如肉制品、乳制品、果蔬制品、水产制品、粮油制品、淀粉制品、蛋白制品等。生产大国如何向生产强国转变,更多的是需要科技的支撑。由于人口激增、全球消费需求强劲增长,在资源和环境压力下,迫切需要传统食品制造模式的革新。亟须着重加强食品工业基础理论研究,开展营养与代谢的相关探索,从源头改善食品营养品质,开发食品制造关键技术和前沿技术,从而建设食品制造技术创新体系。淀粉类特膳食品的功能化设计与创制就是围绕淀粉结构-性质-加工的关系展开系统研究,阐明淀粉结构与生物可利用度的调控机制与策略,建立淀粉类特膳食品的高质化利用新模式,开发了功能化淀粉衍生物和新型淀粉衍生物等,并对其消化吸收方式及结构等进行了系统的研究。以此为基础开发许多新型特膳食品,包括低 GI(血糖生成指数)淀粉类食品的设计与食品载体、营养强化米配方设计与新产品开发、复配对营养米食用品质的影响及其机理研究、营养强化及工程化应用研究,配合营养米生产专用挤压机的研制、配合营养米的稳态化挤压技术、双轴分功能桨叶高熟化、强调质技术及密度控制技术、配合营养米的成型技术等,创新了淀粉类食品产业技术体系。

(三) 创新高新技术是食品工业发展之动力

技术的创新是食品产业发展的动力,在一轮一轮的技术推动中,我国食品产业取得了快速发展。积极发挥科技创新的支撑作用,着力推进食品工业原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新及创新示范,有助于促进创新成果产业化,加快管理创新和商业模式创新,积极培育新产业新业态。2016年,我国食品工业在加入了科技创新的元素后,总产值达11万亿元。新一代发酵工程技术的特点是高产量、高转化率、高生产强度三者相对统一,可有效解决目前发酵工业存在的主要问题,如目的产物产量低、产品转化效率差、生产过程强度小等。高通量和超高通量筛选技术及基于单元精准控制的发酵模式重构技术,实现了细胞水平和工程水平上的提升,对原料碳氮比的连续操作装备的实时控制、黑曲霉菌丝球可控分割装置的开发、发酵体系供氧传质的静态混合器和气液喷射机构的开发为保障我国成为柠檬酸第一生产强国奠定了基础。

食品超高压技术在我国食品工业中广泛应用,“十二五”期间已形成系列装

备开发和技术应用能力,解决了超高压装备的开发问题,重点突破了大型化、连续化、智能化、组合型(进一步降低装备成本;杀灭细菌芽孢和钝酶)问题。针对低酸性食品,在进一步降低压力和温度(小于 300 MPa 和低于 80 ℃,)的条件下,利用其或与微波、超声波等其他加工技术组合能达到有效杀灭细菌芽孢和钝化生物酶的效果;针对高酸性食品($\text{pH}>4.6$),在冷等静压条件下完全钝化生物酶。此外,还系统构建与完善了工艺参数和技术标准,拓展了新技术和新工艺的应用领域,开发了一系列新产品,特别是在中华传统食品和中式菜肴工业化开发上。超高压加工技术不仅能够非热条件下实现高酸性食品的灭菌,还能够非热条件下杀灭低酸性食品中的细菌芽孢,实现商业无菌,并能够大幅度保持原有风味品质及营养素,具有十分广阔的产业化开发空间和发展前景。

(四) 营养和健康是食品工业发展之核心问题

随着社会的发展和人们生活的不断改善,人类的膳食结构也不断改变,一些与饮食习惯相关的代谢综合征(如肥胖、高血糖、高血脂、高血压等)急剧增加,而现代快节奏生活也加速了亚健康与慢性病人比率增加,已经成为比较严重的社会问题。食品工业的发展必然要适应消费需求的转变,不仅要吃得营养,更要吃得健康。益生菌成为食品工业发展的新亮点,现已有研究在乳酸菌相关基因组、遗传多样性、蛋白组学等方面取得了新进展,还建立了乳酸菌库。基于益生菌对肠道的调节功能,完成了第一株乳酸菌全基因组测序,并随着研究的不断深入,发现更多的免疫及代谢调节功能都与益生菌相关。尝试采用食物干预手段,实现了肠道菌群的调节,对改善机体健康具有积极作用。与此同时,精准适度加工的理念在食品工业中得到普遍认可,精准适度加工技术的全面实施必将推动我国食用油等产业升级优化,促使居民膳食营养更趋合理,从而有效遏制慢性疾病高发态势,改善国民营养健康状况。

(五) 综合利用和高效利用是食品工业发展之有效途径

探索资源节约和环境友好的食品工业可持续发展模式,强化资源循环利用,鼓励加强副产物二次开发利用,提高资源综合利用水平,是将我国农业优势转化为经济优势的必然途径,也是促进食品产业结构合理调整、加快产业发展的有效手段。我国目前人均蛋白质摄入量远远低于国际平均水平,且年蛋白质缺口巨大。然而由于技术上的缺失,我国有大量的食物蛋白质未被利用,亟须深加工,提高其附加值。科技工作者针对食物蛋白质资源精深加工提出了两条途径:一是提高各种食品功能特性、生物利用度等的改性蛋白;二是制备具有特种功效的生物活性肽。目前在改性蛋白、呈味基料、生物活性肽等方面都有研究,其中在

改善记忆肽、降尿酸肽、美容肽、抗疲劳肽、镇静安眠肽、促发酵肽等方面都取得了较大的突破。

柑橘是世界第一大水果。2015 年我国柑橘种植面积和产量均居世界第一。柑橘皮渣中含有果胶、香油精和类黄酮等,目前世界上绝大多数的果胶都来自柑橘皮,而我国对于柑橘皮的需求 80% 由国外进口满足。我国长期面临柑橘产量大但综合利用度低的问题。“柑橘副产物综合利用技术研究”建立了柑橘高品质果胶高效制备与低酯化改性技术;建立了柑橘类黄酮及辛弗林制备新方法,研制了系列生物活性产品;建立了柑橘精油高效制备新工艺,研制了系列粉末香精产品;建立了基于橘皮残渣的糖化新方法,研制了可降解农用器具新产品,并将研究成果进行了产业化的应用,包括建立了柑橘皮渣高效节能干燥线、柑橘果胶生产线、柑橘果胶酰胺化生产线、柑橘辛弗林与类黄酮生产线、柑橘精油产业化示范生产线等,拓宽了综合利用新思路。

(六) 食品检测新技术是食品工业发展之有力保障

针对国内日益严峻的食品安全形势,开发准确可靠、行之有效的食品安全检测方法是至关重要的解决方法。传统分析方法在许多方面无法满足复杂样品基质分析,需开发新的检测方法,如基于先进功能纳米材料的分析化学手段(比色法、荧光传感、表面增强拉曼、电化学等),其具有高灵敏度、高精密度、高特异性、高通量、简便快速、高效低成本等特点。目前已在基于贵金属纳米材料的比色法、基于发光纳米材料的荧光检测法、基于先进纳米材料的分子印迹手段、基于先进纳米材料的色谱方法、基于贵金属纳米材料的表面增强拉曼技术、基于先进纳米材料的电化学方法等方面取得了进展。未来需要不断加深纳米技术与材料科学的协同交叉,不断开发现有纳米材料的物理化学特性并拓展到新型复合纳米结构,利用这些特质来丰富和完善现有的食品安全检测手段,以满足日益复杂的食品分析需求,这是未来食品安全检测发展的方向。

(七) 科技助力纺织与造纸产业发展

皮革及其制品的历史悠久,公元前 5000 年,人类已使用皮革制品,然而皮革中常用的加脂剂资源短缺、不可再生,利用动植物油生产功能性植物油基纳米复合皮革加脂剂的前景广阔。水性高分子的设计与合成包括聚丙烯酸类水溶性高分子的开发,基于水乳液聚合的功能高分子的设计与合成、有机/无机纳米复合材料等的研究实现了首次将纳米材料引入皮革化学品的突破。功能性植物油基纳米复合加脂在功能性坯革上,包括植物油的改性、纳米材料的改性、复合加脂剂表征、加脂坯革微观结构、加脂坯革功能性检测、功能性加脂剂的作用机制等

的研究,提高了我国皮革加工行业的水平。

我国是农业大国,我国的木质纤维生物质数量巨大,是造纸、化工、纺织和生物能源等工业的主要原材料。但是木质纤维素结构复杂,其研究具有一定的挑战性。科技工作者对木质纤维素的细胞壁微区分布、木质素微区分布及解离、组分间键合机制、香豆酸存在形态进行深入研究,并基于此创建了工程化碱性氧基分离技术等,成功应用于水热处理油菜秆制备低聚糖、木质素高强度耐候胶黏剂、年产万吨木质素基多功能甲醛捕捉剂、年处理万吨级杜仲生产线——杜仲活性分子产品、年处理万吨级棉花秆等农林废弃物生产线。所获得的产品质量取得了良好的市场占有率,引领了生物质高效利用的产业化方向。

三、论坛意义

本次论坛是我国食品制造技术与轻工工程领域的一次高水平盛会。论坛中,各位专家代表就我国轻工与食品制造技术的创新和发展进行了充分研讨,针对“如何推动食品与轻工产业健康发展,向智能制造升级”这个科技界和产业界共同致力的课题提出了建设性意见,形成了对中国大健康食品产业的高度共识,提出了行之有效的工作方法和思路,为我国轻工行业转型,食品产业向智能制造升级,走向高端,提供了高水平的科学决策支持。

第二部分

领导致辞

中国工程院副院长刘旭院士致辞

尊敬的各位领导、各位院士、各位专家,来宾们:

大家上午好!

今天,我们相聚在美丽的海滨城市大连,举行第 248 场中国工程科技论坛——“中国食品制造技术与轻工工程科技高端论坛”。受周济院长委托,我谨代表中国工程院,代表周济院长,对本次论坛的召开表示热烈的祝贺!对出席本次论坛的各位领导、院士、专家表示诚挚的欢迎!向此次论坛的承办单位——大连工业大学国家海洋食品工程技术研究中心的大力支持和会务组同志的辛勤工作表示衷心的感谢!

中国工程院是我国工程科技界最高荣誉性、咨询性学术机构,是国家工程科技思想库。组织院士开展战略咨询、学术引领、科技服务和人才培养是发挥思想库作用的重要途径。中国工程科技论坛是中国工程院主办的品牌学术活动,自 2000 年创办以来,已经成功举办了 240 余场。在各位院士和专家的共同努力下,中国工程科技论坛已发展成为中国工程科技界交流学术思想、凝聚集体智慧的重要平台,日益成为工程科技战略研究和服务国家科学决策的重要学术支撑。

轻工业承担着繁荣市场、满足消费、稳定出口、扩大就业、服务“三农”的重要任务,是我国重要的民生产业,在经济和社会发展中起着举足轻重的作用。民以食为天,食品工业是轻工业必不可少的组成部分,是一个古老而又永恒不衰的常青产业。当前,营养与健康问题已经成为全球性的公共焦点问题,它推动着食品产业的转型与发展,使传统食品产业向大健康食品产业延伸和升级。在“健康中国 2030”的大背景下,我国食品工业迎来了良好的发展机遇,也对我国食品企业提出了新的挑战,食品制造技术的发展将推动产业向绿色、环保、节能、高品质、个性化等方向发展。

为推进我国食品产业转型升级、全面提升,建设具有中国特色的现代食品工业体系,中国工程院于 2016 年启动了“食品制造技术及发展战略研究”重点咨询项目。项目实施以来,在轻工、食品、医药卫生等领域院士的领衔下,相关高校、研究机构专家学者积极参与,已经开展了大量的调查研究工作,初步形成了“食