

· 碳汇渔业与渔业低碳技术专题 ·

水产资源低碳高效利用技术

章超桦*, 曹文红, 吉宏武, 洪鹏志, 郝记明
(广东海洋大学, 广东 湛江 524088)

摘要: 我国是水产品生产大国,水产品产量连续多年居世界第一位,但加工利用率不高、资源浪费严重、污染较大。提高这些水产资源的利用效率,对减少环境污染、提高加工企业经济效益、提高全民消费水平、实现高效低碳的水产加工业均具有重要意义。对虾加工产生大量的虾头、虾壳废弃物,采用自溶技术高效回收蛋白质等内含物,低碱体系高效回收虾头壳中的甲壳素,污染低,产品附加值高,可实现对虾的低碳高效利用。对虾加工低碳高效利用技术已在多家企业实现产业化,经济效益显著,对其它水产品的低碳加工提供了很好的借鉴作用。论文在此基础上展望了水产品低碳加工技术的发展趋势。

关键词: 水产品加工; 对虾; 低碳技术; 高效利用

中图分类号: S 986

文献标识码: A

1 我国水产品加工业的现状

2009年我国水产品产量达5 120万t,其中养殖水产品产量3 635万t,捕捞水产品产量1 485万t,连续21年居世界第一位^[1]。人均占有量是世界平均水平的1.6倍,虽然与西方发达国家还有很大的差距,但也较成功地解决了中国水产品供给问题。水产品动物优质蛋白供给中占了1/3,为解决中国粮食安全、食品安全发挥了重要作用。同时,水产品质量也有了很大的提升,满足了人们营养、生活质量提高的需求。

我国丰富的水产资源为水产品加工提供了充足的原料。近20年来,我国水产加工业在水产品加工能力、加工企业发展、加工产品的种类和产量、加工技术及装备建设发展等成效显著,一个包括渔业制冷、冷冻制品、鱼糜、罐头、熟食、干制品、腌熏品、鱼粉、藻类食品、海洋保健品、调味休闲食品和海洋药物等加工产品体系已基本形成,其中一些水产加工品的质量已达到或接近世界先进水平,成为推动我国渔业生产持续发展的重要动力,成为渔业经济的重要组成部分^[2]。

目前我国水产品加工业总体呈现加工利用率低、精深程度不高、产品附加值低、废弃物利用水平不高、污染较大等特点。

1.1 加工利用率低

我国的水产品以鲜活销售为主,加工比例仅占水产品总量的30%左右,同时加工过程中产生大量的废弃物,没有得到很好的利用,浪费资源,污染环境;而欧美、日本等发达国家水产品产量的75%左右是经过加工而后销售的,鲜销的比例只占总产量的1/4^[3-4]。

1.2 精深程度不高

水产品精深加工的比例不到20%,在水产品精深加工总产值构成中,以海产品为主,海水产品精深加工产值占到80%~90%,淡水产品精深加工产值占到10%~20%^[5]。

1.3 废弃物利用水平不高

在水产品加工过程中往往会产生许多废弃物,例如鱼品加工时会有鱼头、内脏、鱼鳞和鱼骨等废弃物,蟹、虾类加工往往会有大量的虾头和蟹、虾壳产生。对这些废弃物的利用,目前我国主要用来生产价值不高的饲料鱼粉、虾粉,对其中很有价值的成分尚未充分利用^[6]。

收稿日期:2010-12-09 修回日期:2010-12-31

资助项目:国家科技支撑计划项目(2007BAD29B09)

通讯作者:章超桦, Tel:0759-2383063, E-mail: zhangch@gdou.edu.cn

1.4 产品附加值低

大部分加工品由于技术含量低而附加值不高,只有烤鳗、精加工紫菜、模拟食品、鱼油和保健品等因其技术含量较高,产品附加值也较高^[7]。

1.5 污染较大

水产品加工产生的污染主要有两个方面,一是废弃物未及时处理,引起微生物的繁殖而腐败变质;一是加工用水未经处理无序排放。

2 低碳技术与水产品加工

2.1 低碳技术

资源、能源短缺和环境污染问题已经成为当今世界经济发展的焦点问题和热门话题。基于此,联合国把2008年世界环境日的主题定格在“转变传统观念,推行低碳经济”。随着全球温室气体排放量的日益增多,温室效应对全球气候带来的负面影响越来越严重。因此,研发工农业生产低碳技术,发展低碳经济,减少温室气体的排放,已经成为世界各国的共识。低碳经济是以低能耗、低排放、低污染为基础的经济模式,是人类社会继原始文明、农业文明、工业文明之后的又一大进步。其实质是提高资源、能源利用效率和创建清洁能源结构,核心是技术创新、制度创新和发展观的转变^[8-10]。

“低碳”的实施措施主要集中在:提升高能耗工业的能效水平、提倡生产清洁能源、增加可再生能源的开发和利用、减少交通和建筑等领域^[11-12]。另外,低碳技术的发展趋势,短期内以现有的节能技术应用为主,中长期将侧重于技术流程创新和设备升级^[13-14]。

2.2 低碳与社会经济发展

随着气候变化越来越被大家所认识,国际社会应对气候变化的共同意愿越来越强烈,低碳未来已经成为社会经济发展的一个重要方向。发展低碳经济是一种经济发展模式的选择,它意味着能源结构的调整、产业结构的调整以及技术的革新^[15-16]。发展低碳经济对所有国家而言,不仅仅只是应对气候变化、承担国际责任的问题,而且也是社会经济发展的内在要求。低碳经济是一种以能源的清洁开发与高效利用为基础,以低能耗、低排放为基本经济特征,顺应可持续发展理念和控制温室气体排放要求的社会经济发展模式^[17]。

低碳经济是新的经济发展形态。低碳经济本

质上就是可持续发展经济。低碳经济的核心是低碳产业、低碳能源、低碳技术和低碳消费,它是继农业革命、工业革命、信息革命之后,世界经济形态新出现的革命浪潮,即低碳革命。低碳经济已成为由工业文明向生态文明过渡的主要特征,成为未来社会经济发展和人民生活质量改善的主流模式^[18]。发展低碳经济成为新的经济增长点。发展低碳经济实质上就是对当代社会经济发展进行一场深刻的能源经济、能源技术和消费行为的低碳革命,是构建一种二氧化碳排放量最低限度的现代社会经济发展模式与消费方式。低碳革命的基本目标是努力推进两个根本转变:一是将社会经济发展由高度依赖能源消费向低能耗、可持续发展方式的根本转变;二是将能源消费结构由高度依赖化石燃料向低碳型、可再生能源的根本转变。实现两个根本转变的中心环节是加快构建新型经济体系和产业结构,着力推进低碳能源与低碳技术发展,使整个经济社会活动低碳与无碳化^[19]。

2.3 低碳技术在水产品加工中的应用

随着世界经济的快速发展,自然资源越来越不能满足工业化发展的需求。鉴于此,对现有自然资源的高效利用显得尤为重要。在发展绿色经济中,渔业低碳技术作为碳汇渔业的重要手段,发挥着重要作用,其涵盖面广,技术内容丰富,涉及水产高效养殖、资源养护、渔业工程技术装备和水产品精深加工等多个领域。在水产品加工方面,水产品原料的高效利用,降低了能耗,提高产出效率。越来越多的渔业低碳技术逐步应用于水产品加工业中,正在为我国提高水产加工业的生产效率、发展现代水产加工业发挥着重要作用^[20]。低碳技术在水产品加工中的应用集中于水产资源高效综合利用、新型冷冻冷藏技术、加工工艺设备的优化和节能。广东海洋大学在对虾资源的低碳高效综合加工利用方面取得了巨大的成绩。

3 对虾低碳加工技术

3.1 我国的对虾加工

对虾是人类食物蛋白质的重要来源,是我国大宗水产品之一。近年来,我国对虾养殖迅猛发展。2009年全国对虾产量达130万t,主要集中在华南地区,其中广东38%、广西21%、海南16%、福建4%^[21]。对虾产量的增长带动了对虾

的加工和出口。目前对虾加工的产品主要是冻去头虾和冻虾仁,出口目的地主要是美国、日本和欧盟。在对虾加工过程中产生了大量的虾头、虾壳(约占原料的1/3)下脚料^[22]。据统计,仅是广东省每年产生虾头废弃物就达10万t以上。虾头含粗蛋白60%以上(干基),还含有丰富的矿物元素、胡萝卜素和维生素B₁₂等^[23]。虾头废弃物主要用来生产经济价值不高的虾粉,还有很大一部分因腐败变质后丢弃。这不仅浪费资源,而且造成环境污染问题。针对这一问题,我们开展了以凡纳滨对虾虾头高效综合利用技术为代表的对虾低碳加工技术研究。

3.2 对虾低碳加工高效利用技术

自溶技术高效回收虾头蛋白质等内含物对虾的组织结构独特,内脏位于头部,分布有丰富的内源酶。虾头内源酶主要是蛋白酶、酯酶、几丁质酶、多酚氧化酶等。水产品及其加工副产物组织在一定条件下由于内源酶作用会发生自溶作用,利用这种自溶作用可有效回收废弃物中的蛋白质等营养成分。目前国外对水产品加工副产物中蛋白质的回收主要是利用酶解技术,添加商业用酶,对利用废弃物中的内源酶进行自溶回收蛋白质的研究报道较少。我们在国内率先开发了“虾组织快速自溶方法”,解决了虾头内含物提取用酶量大、生产成本低、提取率低问题等^[24-25]。

采用响应面中心组合设计对虾头恒温自溶的工艺参数进行了优化,得到自溶的优化条件:pH 7.85,温度50℃,底物浓度23%(W/V)。在该优化条件下自溶反应在3h时基本完成,水解度可达45.06%。蛋白质的回收率在85%以上^[26]。虾头梯度温度自溶也可有效地回收虾头内的含氮成分,自溶3h,蛋白质的回收率可达87.4%。虾头梯度自溶产物可用于制备调味料、营养添加剂、饲料添加剂。自溶过程中,随着自溶的进行,水解度的提高,分子量在 $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^3$ u之间的组分所占比重越来越高。自溶结束时低分子量的肽和氨基酸的产物在自溶产物中占最大比重^[27]。

低碱体系回收虾头壳壳聚糖 甲壳素和壳聚糖是近年来在医药领域应用十分广泛的一类天然高分子化合物,它广泛应用于膜剂、控释缓释制剂的药用辅料、人工泪液、成膜剂、医用敷料、医用缝线等。同时,壳聚糖在医学生物材料上还可作为人工肾膜和人造皮肤^[28]。

虾头壳自溶后剩下的残渣可用来做生产壳聚糖的原料。虾头自溶后剩余的虾壳残渣主要成分为甲壳素,是制备甲壳素/壳聚糖的良好材料。利用虾壳生产甲壳素/壳聚糖的传统工艺是酸浸脱盐(主要为钙盐)、碱煮脱蛋白和氧化脱色,然后再在60~100℃的40%~60%的碱中脱乙酰20h以上制得。要达到完全的脱乙酰,还必须进行多次的碱处理。传统制备甲壳素/壳聚糖的工艺存在时间长、酸碱用量大、能耗大、环境污染严重等诸多缺点。针对这些问题,我们开发了“低浓度EDTA、NaOH中脱钙脱蛋白制备甲壳素”和“醇碱混合体系制备壳聚糖”技术,碱用量降低1/2,同时大大降低了生产时间和生产成本,所得壳聚糖脱乙酰度可达90%以上^[29-30]。

对虾低碳加工的产品及经济效益评价 利用对虾加工的废弃物虾头虾壳的自溶酶解产物可开发营养蛋白添加剂、海鲜调味料等产品,在饲料工业上可开发饲料蛋白或饲料添加剂等产品。利用自溶残渣可生产高纯度的甲壳素和高脱乙酰度的壳聚糖,可用于生产药用辅料、成膜剂、医用缝线、骨组织修复工程支架等。

由单纯的对虾加工,下脚料丢弃,转变到对虾的低碳高效加工利用,虾头、虾壳变废为宝,基本实现了对虾资源加工的零废弃。对虾的低碳高效加工利用改造了加工企业落后的工艺、技术和管理方法,提升了对虾加工企业产品的技术含量,提高了产品的附加值,降低了企业的生产成本,实现了对虾资源高效综合加工利用,减少了对环境的污染,提高了对虾加工企业的竞争力。同时,也解决了企业周围部分农民工的就业问题,促进了渔民养殖对虾的积极性,带动了对虾养殖业的健康可持续发展。

3.3 对虾低碳加工技术产业化示范

在广东恒兴集团有限公司已建立了虾头综合加工生产线1条,设计年产虾头粉、虾油等饲料添加剂1000t,并制定了产品的企业标准和生产质量管理体系。2008年7月正式投产,其中2008年实现产值196.8万元,利税35.6万元;2009年实现产值470.4万元,利税82.7万元;2010年1-6月实现产值273.6万元,利税47.2万元。

在湛江市博泰生物化工科技实业有限公司建立了1条虾头开发生物饲料的生产线和1条虾肽氨基酸系列肥料生产线,开发了新产品4个,制定

了产品的企业标准和生产技术管理体系。以年加工2万t对虾虾头计算,投产后,新增产值5600万元,综合成本4407.64万元,销售利润1161.02万元,税金634.97万元,净利润870.78万元。

广东兴亿海洋生物工程有限公司进行了利用虾头生产虾调味料关键技术产业化示范。运用“虾组织快速自溶方法”提取虾头内含物生产虾味调味料工艺简单、生产周期短,生产成本低,产品质量好。生产的虾味调味料蛋白质含量高,总氮物质中游离氨基酸比例较高,营养丰富,虾香浓郁,各项理化分析与卫生指标均达到了企业产品标准要求。生产出粉状与膏状两类呈味基料产品3个;2004年投产以来共实现产值13220.5万元,其中利税1352.8万元。呈味基料产品在国内已形成了完整的销售网络,广泛应用于方便面、膨化食品、速冻食品等领域,深受康师傅集团、亲亲食品集团等国内著名食品企业的青睐。

3.4 对虾加工低碳高效利用技术对其它水产品的借鉴作用

对虾是我国的大宗特色水产品,对其加工过程中产生的下脚料,以市场上需求量大的呈味基料、饲料添加剂以及科技含量高的天然生物医药材料、天然保健品等为出发点,按照清洁生产理念,开发其成套的高值化加工技术,并进行产业化,能显著提高原料的附加值,解决其造成的环境污染问题,有利于促进产业的健康发展。虽然我国水产品总产量居世界第一位,但低值水产品所占比重大,每年生产的水产品很大一部分需要出口以换取外汇,此外我国人口众多,水产品人均占有量与发达国家还有很大的差距,对水产资源的低碳高效加工利用显得尤为重要。对虾加工低碳高效利用技术对其它大宗水产品的加工利用具有很好的示范和借鉴作用。

4 水产品低碳加工技术的发展趋势

4.1 水产资源高值化高效综合利用新技术的开发

水产加工业是渔业生产的延续,是优化渔业结构、实现渔业增效、渔农增收的有效途径。我国是世界上水产品的生产和消费大国,每年有大量的水产品及其加工副产物,如何提高这些水产品及其加工副产物的利用效率,对于减少环境污染、提高加工企业经济效益和水产资源的综合利用率

均具有重要意义。长期以来,我国水产加工以冷冻冷藏为主,从整体上与国外加工水平、加工技术还有很大的差距,直接导致我国水产资源不能得到低碳高效的利用。要加强高新技术在水产加工中的应用研究,如生物技术、栅栏技术、微波技术、微胶囊技术、超高压技术、膜技术、超微粉碎技术、真空冷冻干燥技术等,提高水产原料的利用效率和产品的附加值^[31];要加强低值水产品加工利用技术的研究,由于海洋水产资源长期过度捕捞,使经济生物资源逐渐衰退,而低值的资源生物产量不断上升,加强对这类生物资源加工技术的研究,研究低值水产品的成份、鱼肉结构等,提高其利用价值和附加值是当前面临的迫切任务;要加强酶技术在水产废弃物利用上的研究利用酶对蛋白质的特殊分解作用,研究提取多种肽、氨基酸及其混合产品的生产工艺,以提高水产加工废弃物的利用价值和经济效益。

4.2 新型冷冻冷藏技术的开发

相比于其它食品原料,由于水产原料的特殊性,冷冻冷藏是水产品加工重要的环节之一。目前传统冷冻冷藏的制冷技术,用到的制冷剂是各种氟利昂、氨、乙醇等。这些制冷剂在一定程度上会引起环境问题,如氟利昂会引起地球臭氧层的破坏。另一方面,冷冻冷藏也是水产加工过程中能耗最高的。在倡导低碳经济的今天,开发新型节能型冷冻冷藏技术尤为迫切。例如,利用空气工业制氧时可进一步制备液氮。利用液氮进行冷冻保藏对水产品品质具有较好的保持作用。目前已经进行了一些研究,取得了可喜的进展。但尚需进行液氮冷冻成套技术的开发才能满足工业生产需求。

4.3 加工工艺与设备的优化、节省能耗

高效、低碳、节能、环保是全世界高度关注的重要课题。我国传统的食品加工产业如何进一步节能是一个非常现实的问题。特别在开展水产深加工和副产品循环利用上,它是一把双刃剑,既能高效利用水产资源,又能增加社会水产食品供应、确保国家粮食安全、增加企业经济效益,同时又面临水、电、汽的消耗和废水处理排放的严峻挑战,所以高效、低碳、节能、环保是水产加工业未来发展的又一重要趋势。要从节能、提高产品质量的角度,对现有水产品加工的工艺、设备进行优化改良,进行加工技术的创新。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国 2009 年国民经济和社会发展统计公报[R]. 2010.
- [2] 岑剑伟,陈胜军,郝淑贤,等. 我国水产品加工行业发展现状分析[J]. 现代渔业信息,2008,23(7):6-9.
- [3] 付万冬,杨会成,李碧清,等. 我国水产品加工综合利用的研究现状与发展趋势[J]. 现代渔业信息,2009,24(12):3-5.
- [4] LI J, LU H, ZHU J, *et al.* Aquatic products processing industry in China: Challenges and outlook [J]. Trends in Food Science & Technology, 2009, 20(2):73-77.
- [5] 刘锐,陈洁. 我国水产品加工业发展现状及潜力分析[J]. 农业展望,2010,6(4):35-37.
- [6] 倪瑞芳,胡骏,王开洋. 水产品加工副产物的综合利用[J]. 河北渔业,2010(8):47-50.
- [7] 汪之和,陈述平,于斌,等. 我国水产品加工科技现存的问题与发展方向[J]. 渔业现代化,2005,38(4):9-10.
- [8] OMER A M. Focus on low carbon technologies: The positive solution? [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008, 12(9):2331-2357.
- [9] OCKWELL D G, WATSON J, MACKERRON G, *et al.* Key policy considerations for facilitating low carbon technology transfer to developing countries [J]. Energy Policy, 2008, 36(11):4104-4115.
- [10] GRÜBLER A, NAKICENOVIC N, VICTOR D G. Dynamics of energy technologies and global change [J]. Energy Policy, 1999, 27:247-280.
- [11] DAY A R, OGUMKA P, JONES P G, *et al.* The use of the planning system to encourage low carbon energy technologies in buildings [J]. Renewable Energy, 2009, 34(9):2016-2021.
- [12] ANDRESS D, NGUYEN T D, DAS S. Low-carbon fuel standard—status and analytic issues [J]. Energy Policy, 2010, 38(1):580-591.
- [13] SHIMADA K, TANAKA Y, GOMI K, *et al.* Developing a long-term local society design methodology towards a low-carbon economy: an application to Shiga prefecture in Japan [J]. Energy Policy, 2007, 35:4688-4703.
- [14] KELLY N A, GIBSON T L. Improved photovoltaic energy output for cloudy conditions with a solar tracking system [J]. Solar Energy, 2009, 83:2092-2102.
- [15] 陈红英,唐芳. 低碳经济与低碳技术[J]. 改革与开放, 2009(18):48.
- [16] NADER S. Paths to a low-carbon economy-The Masdar example [J]. Energy Procedia, 2009, 1(1):3951-3958.
- [17] 王仕军. 低碳经济研究综述 [J]. 开放导报, 2009(5):44-47.
- [18] ZHANG Z. China in the transition to a low-carbon economy [J]. Energy Policy, 2010, 38(11):6638-6653.
- [19] JIANG B, SUN Z, LIU M. China's energy development strategy under the low-carbon economy [J]. Energy, 2010, 35(11):4257-4264.
- [21] 上海水产行业协会. 国内外诸多利好因素或能拉升今年对虾价格 [EB/OL]. [2010-06-03]. <http://www.fishery.org.cn/fishery/article.jsp?id=1275562180765>.
- [22] HEU M S, KIM J S, SHAHIDI F. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products [J]. Food Chemistry, 2003, 82(2):235-242.
- [23] 彭燕,曾霞. 南美白对虾虾头的营养成分分析及评价 [J]. 茂名学院学报, 2007(1):25-27.
- [24] 章超桦,邓尚贵,杨丽明,等. 紫外线和温度对虾快速自溶的影响 [J]. 湛江水产学院学报, 1994, 14(2):51-56.
- [25] 章超桦,邓尚贵,洪鹏志. 刀额新对虾快速自溶技术 [J]. 水产学报, 1999, 23(4):387-391.
- [26] CAO W H, ZHANG C H, HONG P Z, *et al.* Response surface methodology for autolysis parameters optimization of shrimp head and amino acids released during autolysis [J]. Food Chemistry, 2008, 109:176-183.
- [27] CAO W H, ZHANG C H, HONG P Z, *et al.* Autolysis of shrimp head by gradual temperature and nutritional quality of the result hydrolysates [J]. LWT-Food Science & Technology, 2009, 42:224-249.
- [28] DODANE V, VILIVALAM V D. Pharmaceutical applications of chitosan [J]. Pharmaceutical Science & Technology Today, 1998, 1(6):246-253.
- [29] HU Z, LI S D, YANG L, *et al.* Studies on Preparation of Chitosan in Alcoholic-Aqueous Solution [J]. Natural Science Research, 2006, 4(2):41-45.
- [30] HUANG F, LI S D, YANG L, *et al.* Mechanism on the preparation of chitin by EDTA decalcification [J]. Natural Science Research, 2006, 8(6):56.
- [31] 孙传范. 高新技术在食品加工中的应用 [J]. 食品研究与开发, 2010, 31(8):203-207.

Low carbon and high efficient utilization technologies of fishery resources

ZHANG Chao-hua^{*}, CAO Wen-hong, JI Hong-wu, HONG Peng-zhi, HAO Ji-ming
(Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: China is the main country of aquatic products production in the world. The output of aquatic products has been ranking first in the world for twenty-one years. However, the utilization percent is low, and it causes serious resource waste and pollution. The improvement of fishery resources utilization efficiency is important to reducing environmental pollution, improving the economic benefits of aquatic product processing plants, increasing the consumption level of the people and realizing high efficient and low carbon in the aquatic product processing industry. The head and shell portion of shrimp is removed during processing and it yields large amount of wastes. Autolysis technology effectively recovered the protein and other nutrient components, and a low alkali method was carried out to recover the chitin efficiently. The processing was low pollution and the products had high added value. Thus it achieved a high efficient and low carbon utilization of shrimp. The low carbon and high efficient utilization technology of shrimp has been industrialized in several enterprises. The economic benefits were notable. Good demonstration effects can be expected for the processing of other aquatic products. Based on the above content, the paper prospects the trends of the low carbon processing technology of aquatic products.

Key words: aquatic product processing; shrimp; low carbon technology; high efficient utilization

Corresponding author: ZHANG Chao-hua. E-mail: zhangch@gdou.edu.cn

· 会议通知 ·



第九届亚洲渔业和水产养殖论坛(9th Asian Fisheries and Aquaculture Forum)由亚洲水产学会和上海海洋大学共同主办,为期五天,从2011年4月21日到25日,举办地在上海海洋大学临港校区,届时第四届渔业资源增殖养护国际学术研讨会、第九届世界罗非鱼协会年会和第三届全球渔业和水产养殖中的性别研究专题研讨会将作为分会同期举行。

联系人: 周婷婷

地 址: 上海市临港新城沪城环路999号

邮 编: 201306

电 话: 021-61900062 传 真: 021-61900280

邮 箱: 9afaf@shou.edu.cn 或 ttzhou@shou.edu.cn

网 址: <http://www.9afaf.org>