

现代食品深加工技术丛书
“十三五”国家重点出版物出版规划项目

虾深加工技术

邓尚贵 毛相朝 余 华 主编



科学出版社

现代食品深加工技术丛书

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

虾深加工技术

邓尚贵 毛相朝 余 华 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍虾类原料特性(资源、品种、肌肉组织结构、基本化学组成、生物活性物质及危害因子等)、深加工基础理论(食品化学特性、酶学特性、虾类保活保鲜、加工和死后生物化学变化、食品安全影响因素等)、深加工技术(低温保活保鲜、腌制、干制、罐藏、虾仁制品、加工新技术、虾类副产物加工等)及质量安全控制等,重点突出虾类原料精深加工技术,并对近年来虾类加工科学研究的新成果、新技术及当前国外虾类加工技术和发展现状进行系统介绍。内容涵盖虾类产品源头捕捞—储藏运输—加工处理—产品追溯的全产业链,重点介绍现代食品加工技术的原理、特点及在虾类原料加工中的应用,可为理解和掌握虾精深加工领域研究现状和未来发展方向提供参考和依据。

本书适合从事水产品精深加工的科研人员和企业管理人员阅读,也可作为高等院校水产品加工与储藏工程专业研究生及教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

虾深加工技术 / 邓尚贵, 毛相朝, 余华主编. —北京: 科学出版社, 2019.1
(现代食品深加工技术丛书)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-03-059354-2

I. ①虾… II. ①邓… ②毛… ③余… III. ①虾类—食品加工

IV. ①TS254.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 249555 号

责任编辑: 贾 超 侯亚薇 / 责任校对: 杜子昂

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 东方人华

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2019 年 1 月第一次印刷 印张: 26

字数: 500 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编委会

总 主 编：孙宝国

副总主编：金征宇 罗云波 马美湖 王 强

编 委（以姓名汉语拼音为序）：

毕金峰	曹雁平	邓尚贵	高彦祥	郭明若
哈益明	何东平	江连洲	孔保华	励建荣
林 洪	林亲录	刘宝林	刘新旗	陆启玉
孟祥晨	木泰华	单 杨	申铉日	王 硕
王凤忠	王友升	谢明勇	徐 岩	杨贞耐
叶兴乾	张 敏	张 慇	张 偲	张春晖
张丽萍	张名位	赵谋明	周光宏	周素梅

秘 书：贾 超

联系方式

电话：010-64001695

邮箱：jiachao@mail.sciencep.com

本书编委会

主 编：邓尚贵 毛相朝 余 华

副主编：张 宾 孙乐常 霍健聪

编 委（以姓名汉语拼音为序）：

邓尚贵（浙江海洋大学）

霍健聪（浙江海洋大学）

林慧敏（浙江海洋大学）

刘尊英（中国海洋大学）

龙 彪（舟山出入境检验检疫局）

毛相朝（中国海洋大学）

孙建安（中国海洋大学）

孙乐常（集美大学）

相兴伟（浙江省海洋开发研究院）

应晓国（浙江海洋大学）

余 华（成都大学）

张 宾（浙江海洋大学）

张国华（舟山出入境检验检疫局）

赵 凯（杭州市质量技术监督检测院）

周 勇（舟山市食品药品检验检测研究院）

丛 书 序

食品加工是指直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、食用油提取、制糖、屠宰及肉类加工、水产品加工、蔬菜加工、水果加工、坚果加工等。食品深加工其实就是食品原料进一步加工，改变了食材的初始状态，例如，把肉做成罐头等。现在我国有机农业尚处于初级阶段，产品单调、初级产品多；而在发达国家，80%都是加工产品和精深加工产品。所以，这也是未来一个很好的发展方向。随着人民生活水平的提高、科学技术的不断进步，功能性的深加工食品将成为我国居民消费的热点，其需求量大、市场前景广阔。

改革开放 30 多年来，我国食品产业总产值以年均 10% 以上的递增速度持续快速发展，已经成为国民经济中十分重要的独立产业体系，成为集农业、制造业、现代物流服务业于一体的增长最快、最具活力的国民经济支柱产业，成为我国国民经济发展极具潜力的、新的经济增长点。2012 年，我国规模以上食品工业企业 33692 家，占同期全部工业企业的 10.1%，食品工业总产值达到 8.96 万亿元，同比增长 21.7%，占工业总产值的 9.8%。预计 2020 年食品工业总产值将突破 15 万亿元。随着社会经济的发展，食品产业在保持持续上扬势头的同时，仍将有很大的发展潜力。

民以食为天。食品产业是关系到国民营养与健康的民生产业。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，人们对食品工业提出了更高的要求，食品加工的范围和深度不断扩展，所利用的科学技术也越来越先进。现代食品已朝着方便、营养、健康、美味、实惠的方向发展，传统食品现代化、普通食品功能化是食品工业发展的大趋势。新型食品产业又是高技术产业。近些年，具有高技术、高附加值特点的食品精深加工发展尤为迅猛。国内食品加工中小企业多、技术相对落后，导致产品在市场上的竞争力弱。有鉴于此，我们组织国内外食品加工领域的专家、教授，编著了“现代食品深加工技术丛书”。

本套丛书由多部专著组成。不仅包括传统的肉品深加工、稻谷深加工、水产品深加工、禽蛋深加工、乳品深加工、水果深加工、蔬菜深加工，还包含了新型食材及其副产品的深加工、功能性成分的分离提取，以及现代食品综合加工利用新技术等。

各部专著的作者由工作在食品加工、研究开发第一线的专家担任。所有作者都根据市场的需求，详细论述食品工程中最前沿的相关技术与理念。不求面面俱到，但求精深、透彻，将国际上前沿、先进的理论与技术实践呈现给读者，同时还附有便于读者进一步查阅信息的参考文献。每一部对于大学、科研机构的学生或研究者来说，都是重要的参考。希望能拓宽食品加工领域科研人员和企业技术人员的思路，推进食品技术创新和产品质量提升，提高我国食品的市场竞争力。

中国工程院院士



2014年3月

前 言

我国海域辽阔、湖泊众多。虾类资源丰富，产量稳步上升。2016年，我国虾类养殖和捕捞总产量已达515万吨，超过世界总产量的一半，已成为渔业经济的稳定增长点。虾加工产业是虾类产业的重要组成部分，是连接养殖、捕捞和市场消费的重要桥梁，虾加工产业的发展对整个虾类产业的发展有着深远的影响。

随着食品科学与食品加工技术的不断进步，虾类精深加工技术也在飞速发展。在传统的自然干制技术、盐渍技术和发酵技术基础上，涌现出低温保活保鲜技术、非热加工技术、生物加工技术等新型技术，虾类加工副产物的进一步高值化提取技术也有了快速发展。与此同时，与虾类深加工技术发展密切相关的虾类原料特性研究、深加工技术基础理论研究以及虾类产品质量安全监测与控制研究也有了长足的进步，整个虾类深加工产业的理论与技术体系已日趋完善。

在此背景下，本书针对以上虾深加工技术的发展趋势，对虾深加工技术进行了全面系统的归纳与总结。由于本书涵盖了虾类原料的特性、保活保鲜、虾深加工基础理论与加工技术、综合利用技术等内容，对虾深加工中涉及的危害因子控制、检验技术及质量安全标准也有详细论述，知识面覆盖量大、上下游衔接紧密、产业链涉及全面，因此，编者组织了多所海洋水产相关院校、科研院所及相关政府机构中兼具丰富基础理论及产业经验的专家学者进行本书的编写工作。

本书编写分工如下：绪论与第8章由浙江海洋大学邓尚贵和成都大学余华编写；第1章与第12章由中国海洋大学毛相朝编写；第2章、第4章与第5章由集美大学孙乐常编写；第3章由中国海洋大学孙建安编写；第6章与第7章由浙江省海洋开发研究院相兴伟编写；第9章由浙江海洋大学林慧敏和应晓国编写；第10章由浙江海洋大学张宾编写；第11章由浙江海洋大学霍健聪和应晓国编写；第13章由中国海洋大学刘尊英编写；第14章由舟山市食品药品检验检测研究院周勇和杭州市质量技术监督检测院赵凯编写；第15章由舟山出入境检验检疫局龙彪和张国华编写。全书由邓尚贵、毛相朝、余华主编并统稿。

本书涉及内容较广，加之编者水平与能力有限，书中难免存在不足和疏漏，敬请广大读者批评指正。



2019年元月

目 录

绪论	1
0.1 分类	1
0.2 形态特征	2
0.2.1 对虾	2
0.2.2 鹰爪虾	2
0.2.3 周氏新对虾	2
0.2.4 哈氏仿对虾	2
0.2.5 中华管鞭虾	2
0.2.6 长毛对虾	2
0.2.7 日本对虾	3
0.2.8 克氏原螯虾	3
0.2.9 南极磷虾	3
0.3 生产消费	3
0.3.1 我国虾类产品生产现状	3
0.3.2 我国虾类产品消费现状	5
0.4 商品特性	6
0.5 产业发展趋势	7
0.5.1 虾类加工产业加工现状	7
0.5.2 虾类加工产业发展趋势	8
第1章 组织结构及生物活性物质	11
1.1 组织结构	11
1.1.1 外部结构	11
1.1.2 内部结构	12
1.2 生物活性物质	21
1.2.1 蛋白质	21
1.2.2 脂质	23
1.2.3 碳水化合物	25
1.2.4 色素	27
1.2.5 矿物质	27

1.2.6	维生素	28
第2章	酶学特性	29
2.1	蛋白酶	29
2.1.1	消化系统中的蛋白酶	30
2.1.2	肌肉组织中的蛋白酶	32
2.2	氧化还原酶	34
2.2.1	虾类多酚氧化酶一般性质	34
2.2.2	虾类多酚氧化酶分布情况	34
2.2.3	多酚氧化酶与黑变	34
2.3	几丁质酶	38
2.3.1	一般性质	38
2.3.2	氨基酸结构	39
2.4	其他酶	39
2.4.1	磷酸酶	39
2.4.2	脂肪酶	40
第3章	对虾死后的变化	42
3.1	死后形态变化及原理	42
3.1.1	初期生化变化	43
3.1.2	死后僵硬	43
3.1.3	自溶	44
3.1.4	腐败	45
3.1.5	黑变	46
3.2	死后生化变化	46
3.2.1	蛋白质降解	46
3.2.2	脂类分解	49
3.2.3	碳水化合物的变化	50
3.2.4	酶的变化	50
3.2.5	核苷酸变化	51
3.2.6	ATP 的转化	52
3.2.7	pH	52
3.3	防止虾变色变质的方法	53
3.3.1	低温保鲜	53
3.3.2	气调保鲜	54
3.3.3	化学保鲜	54
3.3.4	生物保鲜	55

3.3.5 其他保鲜方式·····	55
第4章 保活技术 ·····	57
4.1 活运基础·····	57
4.1.1 内在因素·····	57
4.1.2 外在因素·····	57
4.2 活运技术·····	58
4.2.1 水养保活法·····	59
4.2.2 无水保活运输·····	59
4.2.3 几种虾类的保活运输实例·····	60
第5章 保鲜技术 ·····	62
5.1 保鲜基础·····	62
5.1.1 腐败微生物·····	62
5.1.2 多酚氧化酶·····	63
5.1.3 其他物理化学变化·····	63
5.2 保鲜技术分类·····	63
5.2.1 物理保鲜·····	63
5.2.2 化学保鲜·····	66
5.2.3 生物保鲜·····	67
5.3 保鲜评价·····	70
5.3.1 虾类保鲜中存在的问题·····	70
5.3.2 未来目标和发展趋势·····	71
第6章 冻结加工技术 ·····	72
6.1 冻结加工原理·····	72
6.1.1 食品的冻结·····	73
6.1.2 冷冻食品的解冻·····	78
6.1.3 冷冻过程的热物理性质及其测量和应用·····	79
6.1.4 物理性质的应用·····	85
6.2 冻前处理·····	86
6.2.1 生鲜虾类·····	86
6.2.2 调理虾类·····	88
6.3 冻结技术·····	90
6.3.1 冻结模式现状及传统速冻技术·····	91
6.3.2 利用水力流态化和可泵送冰悬液实现单体速冻·····	93
6.3.3 高压冷冻·····	95
6.3.4 磁共振冷冻·····	96

6.3.5	基于空气循环的冷冻系统	97
6.3.6	其他非传统冷冻方法	99
6.4	虾类冷冻加工工艺	100
6.4.1	生鲜虾类冷冻食品加工	100
6.4.2	调理虾类冷冻食品加工	102
6.4.3	冻结工艺对虾品质的影响	102
6.5	冻结加工装备	105
6.5.1	对虾分级机	105
6.5.2	对虾剥壳机	106
6.5.3	对虾自动开背去肠剥壳机	107
6.5.4	对虾开背机	107
6.5.5	虾仁浸泡搅拌机	107
6.5.6	高压清洗机	108
6.5.7	蒸煮机	108
6.5.8	冷冻装备	109
6.5.9	自动输送脱盘机	115
6.5.10	包冰衣机	115
第7章	干制加工技术	117
7.1	干制原理	118
7.2	自然干燥技术	120
7.2.1	原理	121
7.2.2	应用及加工方法	121
7.3	热风干燥技术	124
7.3.1	原理	124
7.3.2	加工流程	126
7.3.3	应用	127
7.3.4	研究进展	128
7.4	微波真空干燥技术	128
7.4.1	原理	128
7.4.2	影响因素	130
7.4.3	应用	130
7.4.4	研究进展	131
7.5	真空冷冻干燥技术	131
7.5.1	真空冷冻干燥的原理	132
7.5.2	真空冷冻干燥流程及设备	132

7.5.3	虾真空冷冻干燥	133
7.5.4	虾真空冷冻干燥过程特点	134
7.6	热泵干燥技术	136
7.6.1	热泵技术简介	136
7.6.2	热泵干燥技术简介	137
7.6.3	热泵干燥技术研究进展及应用成果	138
7.7	联合干燥技术	141
7.8	主要干制设备	142
7.8.1	热风循环烘箱	142
7.8.2	对虾带式干燥机	143
7.8.3	对虾远红外隧道烘箱	144
7.8.4	热泵型对虾干烘烤箱	145
7.8.5	微波隧道式烘干机	145
7.8.6	虾仁专用真空冷冻干燥机	146
第 8 章	腌制加工技术	148
8.1	腌制原理和技术	148
8.1.1	腌制原理	149
8.1.2	腌制技术	150
8.1.3	影响腌制的因素	152
8.2	糟醉原理和技术	153
8.2.1	醉法	153
8.2.2	糟法	155
8.2.3	糟醉的工艺要求	155
8.2.4	腌制过程的质量变化	159
8.3	烟熏原理和技术	160
8.3.1	烟熏原理	160
8.3.2	烟熏技术	162
8.3.3	熏烟产生方法	165
8.3.4	虾的烟熏工艺	167
第 9 章	罐藏加工技术	169
9.1	罐藏加工原理	170
9.1.1	罐头中的微生物	170
9.1.2	影响微生物耐热性的因素	170
9.1.3	罐头食品微生物腐败类型	172
9.1.4	腐败变质罐头的微生物学分析	174

9.2 罐藏加工工艺	176
9.2.1 罐藏容器	176
9.2.2 工艺流程	178
9.2.3 水产罐头加工工艺案例	184
9.3 罐藏加工新技术	188
9.3.1 包装材料	188
9.3.2 罐头杀菌技术	189
9.3.3 新含气调理罐头技术	191
9.4 罐藏加工装备	191
9.4.1 原料处理	192
9.4.2 罐装	193
第 10 章 肉糜制品加工技术	197
10.1 肉糜凝胶形成机理	197
10.1.1 虾肉糜的凝胶形成机制	197
10.1.2 影响虾肉糜凝胶形成特性的因素	198
10.2 肉糜凝胶特性改良技术	200
10.2.1 淀粉类	200
10.2.2 转谷氨酰胺酶类	201
10.2.3 植物蛋白类	201
10.2.4 蛋清蛋白类	202
10.2.5 复合磷酸盐类	202
10.2.6 钙化合物	203
10.2.7 糖类物质	203
10.3 肉糜制品开发技术	203
10.3.1 以虾肉为主要原料的虾肉糜制品	203
10.3.2 以鱼肉糜为主要原料的虾风味系列产品	204
10.4 肉糜制品加工设备	205
10.4.1 虾肉糜制品加工设备	206
10.4.2 虾肉糜制品热加工设备	210
10.5 肉糜制品的质量评定	211
10.5.1 感官评定	212
10.5.2 理化指标	212
10.5.3 安全卫生指标	213
10.5.4 凝胶特性试验	213

第 11 章 非热加工技术	215
11.1 二氧化碳加工技术	215
11.1.1 DPCD 杀菌原理	216
11.1.2 DPCD 技术特点	218
11.1.3 影响 DPCD 杀菌的因素	219
11.1.4 DPCD 杀菌设备	220
11.1.5 DPCD 技术在水产品中的应用	221
11.2 超高压加工技术	223
11.2.1 原理	224
11.2.2 特点	225
11.2.3 超高压处理对食品的影响	225
11.2.4 超高压设备核心部件	227
11.2.5 在水产品中的应用	229
11.3 生物杀菌加工技术	231
11.3.1 生物杀菌剂来源	231
11.3.2 生物杀菌剂抑菌原理	232
11.3.3 生物杀菌剂提取与制备	233
11.3.4 生物杀菌剂在水产品加工中的应用	234
11.4 电解水保鲜加工技术	235
11.4.1 电解水杀菌原理	237
11.4.2 电解水特点	238
11.4.3 电解水生产设备	239
11.4.4 电解水在水产品中的应用	240
11.5 臭氧加工技术	241
11.5.1 臭氧的杀菌机理	241
11.5.2 臭氧的杀菌效果	243
11.5.3 臭氧加工设备	243
11.5.4 臭氧在水产品中的应用	244
第 12 章 综合利用技术	246
12.1 蛋白质的提取技术	247
12.1.1 蛋白调味品的加工技术	248
12.1.2 蛋白肽的制备技术	252
12.1.3 饲料的加工技术	254
12.2 对虾下脚料中甲壳素及其衍生物的加工利用技术	255
12.2.1 甲壳素及其衍生物的功能	255

12.2.2	甲壳素及其衍生物的应用	256
12.2.3	甲壳素及其衍生物的加工技术	257
12.3	对虾下脚料中虾青素的加工利用技术	259
12.3.1	虾青素的来源	259
12.3.2	虾青素的功能	260
12.3.3	虾青素的应用	261
12.3.4	虾青素的回收方法	262
12.4	对虾下脚料中脂质的加工利用技术	264
12.4.1	脂肪酸的提取技术	264
12.4.2	磷脂的提取技术	266
12.5	对虾下脚料中钙的加工利用技术	266
第 13 章	危害因子控制技术	268
13.1	主要致病及腐败微生物控制技术	268
13.1.1	虾中的主要致病微生物	268
13.1.2	虾中的主要腐败微生物	273
13.1.3	主要致病及腐败微生物控制技术	274
13.2	过敏原控制技术	281
13.2.1	虾中的过敏原物质	281
13.2.2	虾过敏原控制技术	283
13.3	虾病毒控制技术	285
13.3.1	虾中常见的病毒	285
13.3.2	虾中病毒的控制与预防技术	287
13.4	重金属控制技术	287
13.5	药物残留控制技术	289
13.5.1	农药残留	289
13.5.2	渔药残留	290
13.5.3	药物残留控制	295
13.6	化学污染控制技术	299
第 14 章	检验技术	300
14.1	采样技术	300
14.1.1	样品采集	300
14.1.2	样品包装、运输、储藏	300
14.2	前处理技术	301
14.2.1	解冻	301
14.2.2	冻品中心温度	301

14.3	感官检验	301
14.4	理化检验	301
14.5	微生物检验	302
14.5.1	沙门氏菌	303
14.5.2	金黄色葡萄球菌	307
14.5.3	副溶血性弧菌	309
14.6	重金属检验	312
14.6.1	无机砷	312
14.6.2	甲基汞	314
14.6.3	铅	317
14.6.4	镉	320
14.7	药物残留检验	323
14.7.1	土霉素	323
14.7.2	氯霉素	326
14.7.3	磺胺类	329
14.7.4	硝基呋喃代谢物	332
14.8	化学污染物检验	335
14.9	添加剂检验	340
14.9.1	亚硫酸盐	340
14.9.2	磷酸盐	342
第 15 章	质量安全标准	346
15.1	中国关于虾的质量安全标准	346
15.1.1	危害因子限量规定	346
15.1.2	食品添加剂的品种、使用范围、限量	348
15.1.3	对与卫生、营养等食品安全要求有关的标签、标志、说明书的要求	349
15.1.4	虾产品生产经营过程的卫生要求	349
15.1.5	与虾产品安全有关的食品检验方法与规程, 以及其他需要制定为食品安全标准的内容	349
15.2	美国关于虾的质量安全标准	349
15.2.1	危害因子限量规定	350
15.2.2	食品添加剂的品种、使用范围、限量	353
15.2.3	对与卫生、营养等食品安全要求有关的标签、标志、说明书的要求	353
15.2.4	虾产品生产经营过程的卫生要求	353