

# 新编大豆 食品加工原理与技术

迟玉森◎主编



# 新编大豆食品加工 原理与技术

迟玉森 主编



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书主要介绍我国大豆食品加工原理与技术,包括大豆与大豆蛋白质的基础理论、传统大豆食品、新型大豆食品和大豆功能性制品四篇。其中,传统大豆食品包括豆腐、腐竹、大豆素食、豆酱、腐乳、豆豉、纳豆、天培和豆芽;新型大豆食品包括大豆蛋白质冲调饮品和方便食品;大豆功能性制品包括大豆低聚糖、大豆异黄酮、大豆多肽、大豆磷脂和大豆膳食纤维。在编写过程中结合了科学实践与经验,将传统工艺与现代加工技术相结合,内容全面具体,条理清晰,通俗易懂,实用性和可操作性强。

本书可作为广大食品加工企业、加工生产者的指导书,亦可作为相关科研人员、管理人员及食品专业师生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

新编大豆食品加工原理与技术/迟玉森主编. —北京:科学出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-03-040068-0

I. ①新… II. ①迟… III. ①大豆-豆制品加工 IV. ①TS214. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 045501 号

责任编辑:张海洋 岳漫宇/责任校对:彭 涛

责任印制:赵德静/封面设计:北京铭轩堂广告设计有限公司

### 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>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 3 月第一次印刷 印张:20 1/4

字数:456 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 编写委员会

主 编:迟玉森

副主编:刘新旗 李兆祥 王书平 张连慧

编 委:迟玉森 刘新旗 李兆祥 王书平 张连慧

肖军霞 张振山 纪俊敏 周宇光 贺 寅

陈海华 仇宏伟 杜永霞 于 丹


# 序

我国是大豆的故乡,早在 5000 多年前就已开始种植,在世界大豆史上曾谱写过辉煌的篇章。随着生命科学的发展,大豆作为一般食品及功能食品配料尤其引人注目。遗憾的是,我国虽然是大豆的发源地,但对大豆中营养成分的理解和认识及科学地食用大豆,并利用大豆蛋白质等营养成分进行保健功能,却落后于发达国家。当大豆蛋白质、大豆多肽等一系列保健食品琳琅满目,成为时尚的健康食品时,我国还处于食用传统豆腐、豆浆的时代。

目前,我国大豆油脂产业用的基本都是进口转基因大豆。要振兴我国非转基因大豆产业,必须大力发展大豆全产业链,发掘大豆在油脂以外的有价值成分。通过大豆精深加工将大豆的营养成分“吃干榨尽”,将大豆中的蛋白质、大豆多肽、低聚糖、异黄酮、磷脂、皂甙、维生素 E、多糖及膳食纤维等多种生物活性物质综合开发利用起来,提升大豆加工产业的附加价值。

《新编大豆食品加工原理与技术》一书由青岛农业大学的迟玉森教授编著。迟教授很早就开始从事“大豆全方位食用开发”的研究工作,对大豆及其副产物综合利用相关领域的科学研究有着独到的见解。

该书将大豆科学分为四篇,从大豆与大豆蛋白质的基础理论的阐述,到传统大豆食品的现代化生产及新型大豆蛋白质食品的开发现状,再到大豆中各种功能性成分的开发利用,将大豆这一我国传统作物的营养成分,以及大豆的精深加工原理娓娓道来。希望该书能够为中国大豆产业的发展起到有力的推动作用。



2013 年 10 月

# 前 言

我国是大豆的故乡,早在 5000 多年前就已开始种植,在世界大豆史上曾谱写过辉煌的篇章。迄今,大豆产业仍是我国重要的传统民族产业。

《新编大豆食品加工原理与技术》共分为四篇。全书结合国内外的研究动态及研究成果,针对我国大豆加工生产领域存在的实际问题,系统介绍了大豆中的功能成分,以及大豆精深加工的现状和发展趋势。

本书主要由国内从事大豆产业研究的资深专家、学者共同编写。第一篇“大豆与大豆蛋白质的基础理论”,介绍了大豆的起源与加工技术发展,对比了国内外大豆蛋白质加工现状与趋势,同时着重介绍了大豆蛋白质这一营养物质的加工现状。大豆蛋白质是与牛奶蛋白质、鸡蛋蛋白质一样的优质蛋白质。美国食品药品监督管理局(FDA)早在 1999 年 10 月就批准了大豆蛋白质的健康认证,声称每人每日摄入 25g 大豆蛋白质就可以预防心血管疾病,同时允许在含有大豆蛋白质的产品包装上标明大豆蛋白质的健康声明。充分开发大豆中的蛋白质资源,是发展大豆精深加工的重要环节。

第二篇介绍了大豆的传统加工食品,包括豆制品和传统发酵制品,详细阐述了传统加工工艺的原理及产品特性,对于帮助研究人员将大豆类传统食品进行现代化工艺改进具有很高的借鉴价值。

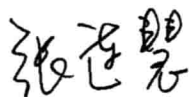
第三篇是在第一篇介绍大豆蛋白质营养价值和加工特性的基础上,通过搜集国内外大豆蛋白质产品,系统介绍了下游大豆蛋白质食品的研究进展。

第四篇阐述了大豆的功能成分(包括大豆低聚糖、异黄酮、皂苷、大豆多肽)在大豆深加工过程中的提取工艺,以及这些成分在食品中的应用。

通过上述四篇的介绍,将大豆产业从上游的种植加工,到下游的产品开发应用,完整地展现给读者。

参加本书编写的作者都是在第一线长期从事大豆深加工科研教学工作的专家学者,在编写的过程中各位作者在结合自己科研经验的同时,参考了大量国内外大豆深加工的最新研究进展。本书可作为相关领域科研人员、教师及研究生的参考用书。

大豆蛋白是植物蛋白中唯一可以与牛奶蛋白、鸡蛋蛋白等相媲美的植物蛋白,所以含大豆蛋白的大豆食品其营养价值不言而喻,广大消费者对大豆食品的认识仍然有一个深化、提升的过程。在此,欢迎各位专家、学者尤其是来自生产一线的专家、学者的批评和指导,以帮助我们发现和改正本书的不足之处,不断完善本书。



2013 年 10 月

# 目 录

序

前言

第一篇 大豆与大豆蛋白质的基础理论 .....	1
第一章 大豆与大豆食品概述 .....	3
第一节 大豆籽粒的结构和组成 .....	3
一、大豆籽粒的结构 .....	3
二、大豆籽粒的组成 .....	4
第二节 大豆的营养与保健价值 .....	4
第三节 大豆食品种类与发展 .....	5
一、大豆食品的定义 .....	5
二、大豆食品的种类 .....	5
三、大豆食品的历史 .....	7
四、大豆蛋白质食品加工技术起源 .....	8
第二章 大豆中的蛋白质 .....	10
第一节 大豆蛋白质的基本化学组成 .....	10
第二节 大豆蛋白质的氨基酸组成 .....	11
第三节 大豆蛋白质的营养评价 .....	11
一、大豆蛋白质的消化率 .....	11
二、大豆蛋白质的生物学价值 .....	12
三、大豆蛋白质的净蛋白质利用率 .....	12
四、大豆蛋白质的功效比 .....	13
五、大豆蛋白质的必需氨基酸分数 .....	13
第四节 大豆蛋白质的加工特性 .....	14
一、乳化性 .....	14
二、吸油性 .....	15
三、吸水性与保水性 .....	15
四、黏度 .....	16
五、凝胶性 .....	16
六、起泡性 .....	17
七、调色性 .....	17
第二篇 传统大豆食品 .....	19
第三章 豆腐类食品 .....	21
第一节 豆腐的制作理论 .....	21
一、豆腐凝乳形成机制研究进展 .....	21
二、豆腐凝乳形成影响因素 .....	26
三、大豆蛋白质在豆腐制作过程的变化 .....	28

四、影响豆腐形成的因素 .....	31
五、豆腐凝固剂 .....	32
第二节 豆腐的制作工艺 .....	38
一、豆腐加工工序 .....	38
二、原料的选择 .....	38
三、加工工序概说 .....	39
四、加工工序各论 .....	40
五、豆制品加工中的蛋白质利用率 .....	41
第三节 日本豆腐及花色豆腐 .....	43
一、日本豆腐 .....	43
二、日本包装豆腐 .....	44
三、花色豆腐 .....	45
第四节 豆腐食用安全 .....	49
一、不宜食用豆腐的人群 .....	49
二、与豆腐有关的疾病 .....	50
三、吃豆腐的禁忌 .....	50
第四章 腐竹 .....	51
第一节 概述 .....	51
一、腐竹的定义 .....	51
二、腐竹与腐皮 .....	51
三、腐竹的本质 .....	52
四、腐竹的营养及营养特点 .....	52
五、腐竹的食疗功效 .....	53
第二节 腐竹形成的机制 .....	54
一、豆浆的物理化学性质 .....	55
二、腐竹薄膜形成机制 .....	56
三、腐竹薄膜的形成影响因素 .....	56
第三节 腐竹的制作工艺 .....	59
第四节 腐竹地方产品介绍 .....	62
一、我国腐竹主要生产基地 .....	62
二、腐竹名品 .....	63
第五节 腐竹的食品安全 .....	64
一、来自市场的不安全因素 .....	64
二、豆制品本身的原因 .....	65
三、怎么辨别腐竹质量的好与坏 .....	66
第五章 大豆素食品 .....	67
第一节 素食食品 .....	67
第二节 大豆素食品 .....	68
第三节 传统大豆素食品 .....	69
一、概述 .....	69



二、传统大豆素制品的种类 .....	69
第四节 大豆组织蛋白素食品 .....	70
一、概述 .....	70
二、大豆组织蛋白及其在食品加工中的应用 .....	70
第五节 仿真大豆素肉 .....	72
一、概述 .....	72
二、大豆拉丝蛋白介绍 .....	73
三、几种仿真素肉食品的制造 .....	78
第六章 豆酱系列 .....	83
第一节 豆酱 .....	83
一、概述 .....	83
二、酱的成分 .....	87
第二节 豆酱生产中的微生物 .....	88
一、米曲霉 .....	88
二、黄酱酵母 .....	88
三、细菌及乳酸菌 .....	88
四、黄酱生产中的有害微生物 .....	89
第三节 豆酱的发酵过程 .....	89
一、制曲阶段 .....	89
二、发酵初期阶段 .....	89
三、酱类的后发酵成熟阶段 .....	90
第四节 豆酱发酵过程中蛋白酶的形成与变化 .....	90
一、酸性蛋白酶的形成与变化 .....	90
二、中性蛋白酶的形成与变化 .....	90
三、碱性蛋白酶的形成与变化 .....	92
第五节 豆酱色香味的形成 .....	93
一、豆酱色素的形成机制 .....	93
二、豆酱香气的形成机制 .....	93
三、后熟过程中豆酱挥发性风味物质的变化 .....	94
四、豆酱的呈味 .....	94
五、豆酱后熟过程中氨基酸的变化 .....	95
第六节 豆酱中的生理功能性物质与保健功能 .....	96
一、褐色色素 .....	96
二、蛋白黑素 .....	97
第七节 酱的质量指标 .....	98
一、黄酱的质量标准 .....	98
二、干酱的质量指标 .....	98
三、甜面酱质量标准 .....	99
第八节 豆酱的生产工艺 .....	99
一、原料与设备 .....	99

二、工艺流程 .....	99
三、工艺要求 .....	99
<b>第九节 豆酱的保健功能与安全性</b> .....	101
一、豆酱的营养保健功能 .....	101
二、豆酱的加工现状与安全性分析 .....	102
<b>第七章 腐乳系列</b> .....	105
<b>第一节 概述</b> .....	105
一、什么是腐乳 .....	105
二、腐乳的传说 .....	105
三、腐乳的历史 .....	105
<b>第二节 腐乳的营养保健价值</b> .....	106
一、腐乳营养价值 .....	106
二、腐乳的生理活性物质与保健功能 .....	107
<b>第三节 腐乳的种类类型及特点</b> .....	108
一、腌制型 .....	108
二、发霉型 .....	108
<b>第四节 腐乳的制造原理</b> .....	109
一、腐乳生产中的微生物学 .....	109
二、腐乳制造过程中的生物化学变化 .....	110
<b>第五节 腐乳的制造</b> .....	111
一、腐乳的原料 .....	111
二、工艺流程 .....	112
三、流程说明 .....	112
<b>第六节 腐乳的风味化学及营养价值</b> .....	116
一、腐乳体态的形成与保持 .....	116
二、腐乳的色香味 .....	116
三、腐乳的营养价值 .....	118
<b>第七节 腐乳中存在的安全隐患</b> .....	118
一、大豆原料带来的安全隐患 .....	118
二、微生物带来的安全隐患 .....	119
三、辅料带来的安全隐患 .....	120
四、生产用水的安全隐患 .....	121
五、食用期间的安全隐患 .....	121
<b>第八章 大豆同源发酵食品——豆豉、纳豆和天培</b> .....	122
<b>第一节 豆豉</b> .....	122
一、概述 .....	122
二、豆豉加工前后营养与活性成分变化 .....	122
三、中国豆豉的种类 .....	124
四、豆豉的保健功能与药用价值分析 .....	126
五、豆豉生产中微生物学和生物化学 .....	127

六、豆豉生产中的生物化学变化 .....	131
七、豆豉的生产工艺 .....	134
八、豆豉标准与豆豉的食用安全性 .....	135
第二节 纳豆 .....	137
一、概述 .....	137
二、纳豆的营养与特点 .....	138
三、纳豆的保健功能分析 .....	144
四、纳豆生产中微生物学和生物化学 .....	146
五、纳豆的生产工艺 .....	149
第三节 天培——国外大豆直接发酵食品 .....	151
一、天培与天培的起源 .....	151
二、天培生产中微生物学和生物化学 .....	153
三、天培发酵过程中物质的变化 .....	154
四、天培的保健功效 .....	158
五、天培的产品应用与开发 .....	159
六、天培营养与安全性 .....	161
第九章 大豆发芽食品——豆芽 .....	164
第一节 豆芽概述 .....	164
一、概述 .....	164
二、豆芽的现代发展概况 .....	166
第二节 豆芽的制作原理与发芽过程中的物质变化 .....	166
一、豆芽的制作原理 .....	166
二、大豆发芽过程中营养成分变化规律 .....	167
第三节 豆芽生产工艺与技术 .....	179
第四节 豆芽的品质特点与化学成分 .....	181
第五节 当前豆芽生产中的主要问题 .....	183
一、生长促进剂 .....	183
二、漂白剂 .....	184
第三篇 新型大豆蛋白质食品 .....	185
第十章 大豆蛋白质冲调饮用系列 .....	187
第一节 豆奶 .....	187
一、概述 .....	187
二、豆奶和豆浆有何区别 .....	188
三、豆奶的营养成分 .....	190
四、豆奶与牛奶的营养比较 .....	192
五、豆奶的禁忌与副作用 .....	193
六、豆奶工艺 .....	194
七、豆奶的发展现状 .....	194
第二节 豆奶粉 .....	195

一、概述 .....	195
二、豆奶粉营养 .....	197
三、豆浆粉和豆粉的区别 .....	197
四、豆奶粉的加工 .....	198
第三节 大豆炼乳、冰激凌 .....	199
一、炼乳 .....	199
二、大豆炼乳 .....	200
三、冰激凌 .....	201
四、大豆冰激凌 .....	201
第十一章 新型大豆蛋白质方便产品 .....	204
第一节 大豆蛋白质方便食品 .....	204
一、方便食品概述 .....	204
二、大豆蛋白质方便食品 .....	204
第二节 即食大豆蛋白质食品 .....	216
一、即食食品定义 .....	216
二、大豆蛋白质即食食品介绍 .....	216
第三节 花色大豆蛋白质食品 .....	218
第四节 大豆蛋白质仿生食品 .....	219
一、新概念食品与仿生食品 .....	219
二、大豆蛋白质仿生食品 .....	221
三、仿生海洋食品 .....	224
四、几种仿生海洋食品加工技术简介 .....	225
五、仿生海洋食品加工中的不安全因素 .....	225
第四篇 大豆功能性制品 .....	227
第十二章 大豆低聚糖及其在食品中的应用 .....	229
第一节 低聚糖与大豆低聚糖概述 .....	229
一、低聚糖与大豆低聚糖 .....	229
二、大豆低聚糖的理化性质 .....	230
第二节 大豆低聚糖的结构与保健功效 .....	232
一、大豆低聚糖结构 .....	232
二、大豆低聚糖的保健功效 .....	233
第三节 大豆低聚糖的提取工艺与原理 .....	235
一、乙醇沉淀法 .....	235
二、其他工艺 .....	237
第四节 大豆低聚糖在食品中的应用 .....	237
一、大豆低聚糖在乳制品中的应用 .....	237
二、大豆低聚糖在饮料中的应用 .....	238
三、大豆低聚糖在粮油制品中的应用 .....	238
四、大豆低聚糖在糖果制品中的应用 .....	238

五、大豆低聚糖在功能性保健食品和营养食品中的应用 .....	238
第十三章 大豆异黄酮及其在食品中的应用 .....	239
第一节 大豆异黄酮概述 .....	239
一、大豆异黄酮的结构特点 .....	239
二、大豆异黄酮的分布 .....	240
三、大豆异黄酮的理化性质 .....	241
第二节 大豆异黄酮的保健功效 .....	243
第三节 大豆异黄酮的提取工艺及原理 .....	244
一、溶剂萃取法 .....	244
二、树脂吸附法 .....	245
三、超声辅助提取法 .....	246
四、微波辅助萃取法 .....	246
五、加压液体萃取法 .....	246
六、酸解法 .....	247
七、酶解法 .....	247
八、超临界 CO <sub>2</sub> 抗溶剂法 .....	247
九、超临界 CO <sub>2</sub> 流体萃取 .....	248
第四节 大豆异黄酮在食品工业中的应用 .....	249
一、保健食品 .....	249
二、一般食品 .....	250
第十四章 大豆多肽及其在食品中的应用 .....	251
第一节 大豆多肽概述 .....	251
第二节 大豆多肽的结构及保健功效 .....	254
一、大豆多肽的组成 .....	254
二、大豆多肽的生理功效 .....	255
第三节 大豆多肽的提取工艺及原理 .....	257
一、大豆多肽的制备工艺 .....	257
二、大豆苦味肽产生及脱苦方法 .....	258
第四节 大豆多肽在食品工业中的应用 .....	260
一、大豆多肽在病人营养食品中的应用 .....	261
二、大豆多肽在老年人保健食品上的应用 .....	261
三、用于双歧杆菌促进剂 .....	261
四、大豆多肽在饮料中的应用 .....	261
五、用于运动营养食品 .....	262
六、大豆多肽在发酵食品中的应用 .....	262
七、在其他食品加工中的应用 .....	262
第十五章 大豆磷脂及其在食品中的应用 .....	264
第一节 大豆磷脂的概述 .....	264
一、大豆磷脂的来源 .....	264

二、大豆磷脂的理化性质 .....	264
三、大豆磷脂行业发展现状 .....	266
第二节 大豆磷脂的结构与保健功效 .....	266
一、大豆磷脂的结构与组成成分 .....	266
二、大豆磷脂的保健特性 .....	267
第三节 大豆磷脂的提取工艺与原理 .....	270
一、粗大豆磷脂的制备 .....	270
二、浓缩大豆磷脂的制备 .....	271
三、粉末状大豆磷脂的制备 .....	271
四、精制大豆磷脂的制备 .....	272
五、高纯度卵磷脂分离提纯方法 .....	272
六、改性大豆磷脂的制备 .....	273
第四节 大豆磷脂在食品中的应用 .....	275
一、大豆磷脂在焙烤食品中的应用 .....	275
二、大豆磷脂在乳制品和巧克力中的应用 .....	275
三、大豆磷脂在面制品中的应用 .....	276
四、大豆磷脂在保健食品中的应用 .....	276
第十六章 大豆膳食纤维及其在食品中的应用 .....	278
第一节 大豆膳食纤维概述 .....	278
一、大豆膳食纤维的定义 .....	278
二、大豆膳食纤维的来源 .....	278
三、大豆膳食纤维的物化性质 .....	279
第二节 大豆膳食纤维的结构与保健功效 .....	279
一、大豆膳食纤维的组成与结构 .....	279
二、大豆膳食纤维的生理保健功能 .....	280
第三节 大豆纤维的提取工艺及基本原理 .....	283
一、总膳食纤维的生产方法 .....	283
二、水溶性膳食纤维的生产方法 .....	285
三、水不溶性大豆膳食纤维的生产方法 .....	287
四、多功能大豆膳食纤维的生产方法 .....	287
五、提高可溶性膳食纤维的生产方法 .....	288
第四节 大豆膳食纤维在食品中的应用 .....	289
一、大豆膳食纤维在焙烤食品中的应用 .....	289
二、大豆膳食纤维在挂面加工中的应用 .....	290
三、大豆膳食纤维在乳饮料及乳制品中的应用 .....	290
四、大豆膳食纤维在肉制品中的应用 .....	291
五、大豆膳食纤维在其他食品中的应用 .....	291
参考文献 .....	292

# 第一篇 大豆与大豆蛋白质的基础理论





# 第一章 大豆与大豆食品概述

## 第一节 大豆籽粒的结构和组成

### 一、大豆籽粒的结构

大豆荚果脱去其果荚后即大豆籽粒。大豆籽粒有球形、扁圆形等,结构如图 1-1 所示。

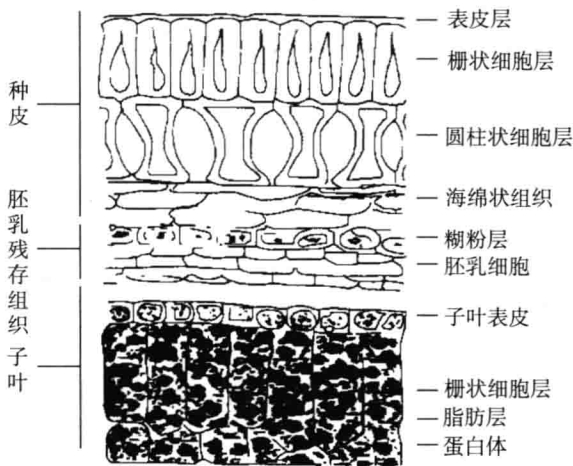


图 1-1 大豆的结构示意图

大豆籽粒是典型的双子叶无胚乳种子。大豆籽粒的外层为种皮,其内为胚,种皮和胚之间为胚乳残存组织,成熟的大豆种子由种皮和胚两部分构成。

#### 1. 种皮

种皮位于大豆籽粒的外层,约占整个大豆籽粒质量的 8%,对种子有保护作用。多数大豆品种的种皮表面光滑,种皮呈不同颜色,如黄、褐、青、黑等,其上还附有种脐、种孔和合点等结构。

大豆种子的种皮从外向内由 4 层形状不同的细胞组织构成。最外层为栅状细胞组织,由一层似栅状并且排列整齐的长条形细胞组成,细胞长  $40\sim 60\mu\text{m}$ ,外壁很厚,为外皮层。栅状细胞较坚硬且排列紧密,一般情况水较易透过,但若栅状细胞间排列过分紧密时,水便无法透过,使大豆籽粒成为“石豆”或“死豆”,这种大豆几乎不能加工利用。靠近栅状细胞的是圆柱状细胞组织,由两头较宽而中间较窄的细胞组成,长  $30\sim 50\mu\text{m}$ ,细胞间有空隙。当进行泡豆处理时,这些圆柱状细胞膨胀,使大豆体积增大。圆柱状细胞组织再向里一层是海绵组织,由有 6~8 层薄细胞壁的细胞组成,间隙较大,泡豆处理时