

迟玉杰 朱秀清 李文滨 等 编著

大豆蛋白质加工新技术



科学出版社

www.sciencep.com

大豆蛋白质加工新技术

迟玉杰 朱秀清 李文滨 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍:大豆蛋白质的组成、结构、功能,大豆浓缩蛋白的醇法浸提技术、等电点浸提技术,大豆分离蛋白的碱提酸沉技术,超滤分离纯化技术,大豆蛋白质的改性技术,大豆功能肽的提取纯化技术、功能评价,大豆蛋白质挤压技术,大豆蛋白质仿真食品,大豆抗营养因子去除和利用技术及大豆蛋白质化工产品加工技术等。

本书可供从事大豆加工科研与生产的工程技术人员、高等院校食品科学与工程专业的教师和学生,以及相关领域的科技人员等参考。

图书在版编目(CIP)数据

大豆蛋白质加工新技术 / 迟玉杰等编著. —北京:科学出版社, 2008

ISBN 978-7-03-020467-7

I. 大… II. 迟… III. 大豆-豆制品-食品加工
IV. TS214.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 159964 号

责任编辑:周巧龙 王新玉 / 责任校对:邹慧卿

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

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>

丽源印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

* *

2008 年 5 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2008 年 5 月第一次印刷 印张: 20 3/4

印数: 1—2 500 字数: 403 000

定价: 50.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(明辉))

前 言

美国食品与药品管理局 (FDA) 于 1999 年 10 月批准了大豆蛋白质的健康认证, 允许在含有大豆蛋白质的食品包装上明确标明大豆蛋白质具有保健功能。我国政府从提高中华民族的健康水平角度出发, 十分重视大豆产业的发展, 并从 1996 年起开始实施“大豆行动计划”。因此, 大豆蛋白质食品必将在全球范围出现新的高潮, 并拓展出新的食品工业领域。

本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, 介绍了大豆蛋白质的组成与结构、大豆蛋白质的营养及功能与特性; 阐述了大豆浓缩蛋白、大豆分离蛋白、大豆组织蛋白、大豆蛋白肽、大豆乳清蛋白及大豆蛋白质化工产品的生产加工技术; 此外, 还对大豆蛋白质的改性、大豆中抗营养因子的利用与去除的方法进行了详细的论述。

本书作者都是在第一线长期从事大豆教学和科学研究的专家、学者, 承担了许多项国家级、省部级的科研项目, 有着丰富的理论知识和实践经验, 对大豆蛋白质相关领域的科学研究有着独到的见解并取得了丰硕的成果。本书是作者们几年来对大豆蛋白质深加工相关领域科研成果的总结, 通过大量调查、研究和坚实的科学试验, 从不同角度对大豆蛋白质精深加工作了较为详细的阐述。编写过程中, 参考了大量的国内外文献, 对国内外大豆研究的前沿领域和新成果均有提及和介绍。本书体系完善、内容丰富, 可作为相关领域科研人员、教师及研究生的参考用书。

本书共分为 11 章, 由迟玉杰、朱秀清、李文滨等编著。参加编写的人员为: 东北农业大学的李文滨、夏宁 (第 2 章、第 6 章)、迟玉杰、张华江 (第 3 章、第 5 章)、王喜波 (第 7 章、第 8 章); 国家大豆工程技术中心的朱秀清 (第 1 章)、姚磊 (第 4 章、第 9 章)、郑环宇 (第 10 章、第 11 章)。本书由迟玉杰、朱秀清统稿, 王喜波、许慧校对。

本书的出版得到了教育部大豆生物学重点实验室、东北农业大学、国家大豆工程技术中心和科学出版社等相关部门的大力支持和帮助, 在本书出版之际谨向他们表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限, 书中难免存在不足和错误之处, 恳请广大专家、读者批评指正。

编著者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 大豆蛋白质加工技术起源	1
1.2 国内外大豆蛋白质加工现状与趋势	3
1.2.1 大豆蛋白质加工企业现状	3
1.2.2 大豆蛋白质产品结构与技术现状	4
1.2.3 大豆蛋白质市场需求	9
1.2.4 大豆蛋白质加工发展趋势	10
1.3 大豆蛋白质产品的应用	12
1.3.1 在主食中的应用	12
1.3.2 在肉类食品中的应用	12
1.3.3 在糖果中的应用	13
1.3.4 在烘烤制品中的应用	14
1.3.5 在饮料中的应用	14
1.3.6 大豆蛋白质仿肉制品	14
1.3.7 大豆蛋白质干酪	15
参考文献	16
第2章 大豆蛋白质的化学组成、结构	17
2.1 大豆蛋白质的基本化学组成	17
2.1.1 大豆的化学组成	17
2.1.2 大豆中的蛋白质	17
2.1.3 大豆蛋白质的分类	18
2.1.4 大豆蛋白质中的非蛋白质组分	19
2.1.5 大豆蛋白质的含氮量及其换算系数	20
2.2 大豆蛋白质的氨基酸组成	21
2.3 大豆蛋白质的相对分子质量与分级组分	24
2.3.1 大豆蛋白质的相对分子质量	24
2.3.2 大豆蛋白质的分级组分	25
2.3.3 解离-缔合反应	29
2.4 大豆蛋白质的分子结构	32
2.4.1 一级结构	33
2.4.2 二级结构	35
2.4.3 结构模体	36
2.4.4 结构域	36

2.4.5	三级结构	37
2.4.6	四级结构	37
参考文献		38
第3章	大豆蛋白质的营养、功能与特性	40
3.1	大豆蛋白质的营养	40
3.1.1	大豆蛋白质中含有的人体所需氨基酸	41
3.1.2	蛋白质营养品质评价方法	46
3.1.3	影响大豆蛋白质消化率的因素	52
3.2	大豆蛋白质的生理功能	54
3.2.1	大豆分离蛋白的生理功能	54
3.2.2	大豆浓缩蛋白的生理功能	56
3.3	大豆蛋白质的功能特性	57
3.3.1	溶解特性	58
3.3.2	热变性	60
3.3.3	乳化性	61
3.3.4	吸油性	62
3.3.5	吸水性和保水性	63
3.3.6	黏度	65
3.3.7	凝胶性	67
3.3.8	起泡性	69
3.3.9	调色性	71
3.3.10	成膜性	71
3.3.11	大豆蛋白质在食品工业中的应用	71
参考文献		76
第4章	大豆浓缩蛋白的加工技术	78
4.1	大豆浓缩蛋白的乙醇连续梯度萃取技术	79
4.1.1	原理	80
4.1.2	原辅料要求	81
4.1.3	工艺流程及操作要点	81
4.1.4	国内外加工技术案例	83
4.1.5	乙醇萃取法生产大豆浓缩蛋白的全程质量控制	85
4.1.6	关键技术设备	86
4.1.7	产品质量评价和标准	88
4.1.8	乙醇浸提法大豆浓缩蛋白的改性	91
4.2	等电点法萃取技术	95
4.2.1	原理	95
4.2.2	原辅料要求	96
4.2.3	加工工艺流程及操作要点	96
4.2.4	关键技术与设备	97

4.2.5 制取大豆浓缩蛋白过程中影响产品质量的主要因素	99
4.2.6 产品质量评价及标准	100
4.3 其他大豆浓缩蛋白制备方法	101
4.3.1 湿热法制取大豆浓缩蛋白	102
4.3.2 超滤法制备大豆浓缩蛋白	104
4.4 功能性大豆浓缩蛋白的制备	107
4.4.1 III-M3 型功能性大豆浓缩蛋白的制备	107
4.4.2 功能性大豆浓缩蛋白的性能	108
4.4.3 大豆功能性浓缩蛋白标准	109
4.5 大豆浓缩蛋白的前景展望	112
参考文献	113
第5章 大豆分离蛋白的加工技术	115
5.1 碱提酸沉法萃取技术	115
5.1.1 工艺原理	115
5.1.2 原辅料要求	115
5.1.3 工艺流程	116
5.1.4 国内外大豆分离蛋白生产加工状况	119
5.2 超滤法萃取技术	123
5.2.1 超滤法的工艺流程	124
5.2.2 超滤速度的影响因素	125
5.3 离子交换法萃取技术	127
5.3.1 工艺原理	127
5.3.2 工艺流程	127
5.4 其他方法	128
5.4.1 凝胶分离工艺制备大豆分离蛋白	128
5.4.2 吸附法(如凝胶过滤、离子交换、层析等)与膜技术联合使用	130
5.4.3 电酸化法	130
5.5 不同功能性大豆分离蛋白加工技术	131
5.5.1 大豆分离蛋白的物理改性对功能性的影响	131
5.5.2 大豆分离蛋白的生物改性对功能性的影响	131
5.5.3 大豆分离蛋白的化学改性对功能性影响	134
5.5.4 大豆分离蛋白中 7S 和 11S 对蛋白功能性的影响	137
5.5.5 大豆分离蛋白加工工艺对其功能性影响	138
5.6 大豆分离蛋白生产关键技术与关键设备	138
5.6.1 原料对大豆分离蛋白提取率和功能性的影响	138
5.6.2 浸提工艺对大豆分离蛋白提取率和功能性的影响	139
5.6.3 分离工艺对大豆分离蛋白提取率的影响	141
5.6.4 酸沉、水洗、中和工艺对大豆分离蛋白提取率和功能性的影响	142

5.6.5 杀菌、均质、干燥工艺对分离蛋白功能性的影响	143
5.7 大豆分离蛋白产品质量与性能	144
5.7.1 大豆分离蛋白的存在形式、理化性质和生理功能	144
5.7.2 大豆分离蛋白的质量标准	150
5.7.3 国内 SPI 生产存在的问题及对策	151
5.7.4 大豆分离蛋白制品在食品中的应用	152
参考文献	154
第6章 大豆组织蛋白加工技术	156
6.1 大豆组织蛋白概述	156
6.1.1 大豆组织蛋白的特性	156
6.1.2 大豆组织蛋白的生产方法	156
6.1.3 原料的选用	157
6.1.4 大豆组织蛋白产品质量标准	158
6.2 挤压膨化技术	159
6.2.1 原理	159
6.2.2 工艺流程	159
6.2.3 操作要点	161
6.2.4 设备	163
6.3 纺丝法加工技术	164
6.3.1 原理	164
6.3.2 工艺流程	165
6.3.3 操作要点	165
6.4 制备大豆组织蛋白的其他方法	167
6.4.1 凝胶化法	167
6.4.2 海藻酸钠法	168
6.4.3 湿热法	168
6.4.4 冻结法	168
6.4.5 水蒸气膨化法	168
参考文献	169
第7章 大豆蛋白质改性技术	170
7.1 大豆浓缩蛋白改性技术	170
7.1.1 生物改性技术	171
7.1.2 物理改性	171
7.1.3 化学改性	172
7.1.4 改性产品评价与应用	174
7.2 大豆分离蛋白改性技术	177

7.2.1 生物改性技术	177
7.2.2 物理改性技术	182
7.2.3 化学改性技术	186
7.2.4 复合改性技术	191
7.3 改性大豆蛋白产物的应用前景	191
参考文献	192
第8章 大豆蛋白肽加工技术	193
8.1 大豆蛋白肽的特性	193
8.1.1 大豆蛋白肽的组成	193
8.1.2 大豆蛋白肽的理化性质	194
8.2 大豆蛋白肽的生物活性	197
8.2.1 大豆蛋白肽的吸收机制	197
8.2.2 大豆蛋白肽的生物活性	197
8.3 大豆蛋白肽的制备技术	201
8.3.1 酶法制备大豆蛋白肽	202
8.3.2 微生物发酵法制备大豆蛋白肽	207
8.3.3 大豆蛋白肽制备常见的问题	210
8.3.4 大豆蛋白肽的质量标准和检验方法	210
8.4 大豆蛋白肽的应用	212
8.4.1 在营养疗效食品中的应用	213
8.4.2 在保健食品中的应用	213
8.4.3 在运动员食品中的应用	213
8.4.4 在发酵工业中的应用	213
8.4.5 在普通食品中的应用	214
8.4.6 老年食品	214
参考文献	214
第9章 大豆乳清蛋白加工技术	216
9.1 大豆乳清的营养价值及其综合利用	216
9.1.1 大豆乳清蛋白的主要成分	216
9.1.2 大豆乳清的营养价值	219
9.1.3 国内外利用大豆乳清废水的研究开发现状	220
9.2 大豆乳清蛋白的膜法提取纯化技术	221
9.2.1 膜分离技术及应用	221
9.2.2 膜技术生产大豆乳清蛋白	224
9.3 大豆乳清蛋白功能特性及测定方法	238

9.3.1 乳化与乳化稳定性	238
9.3.2 起泡性	239
9.3.3 溶解分散性	239
9.3.4 持水性的测定	240
9.3.5 黏度的测定	240
9.3.6 体外消化指数的测定	240
9.3.7 抗氧化性测定	241
9.4 大豆乳清蛋白生理功能特性	242
9.4.1 大豆乳清蛋白免疫调节作用研究	242
9.4.2 大豆乳清蛋白辅助抑制肿瘤作用研究	245
9.4.3 大豆乳清蛋白胰蛋白酶改性技术研究	249
9.4.4 酶改性大豆乳清蛋白性能研究	253
9.5 大豆乳清蛋白饮料加工技术	254
9.5.1 工艺流程	254
9.5.2 大豆乳清水原料处理方法	254
9.5.3 饮料配方研究	258
参考文献	262
第10章 大豆中抗营养因子利用与去除技术	263
10.1 大豆脂肪氧化酶	263
10.1.1 大豆脂肪氧化酶的组成	263
10.1.2 脂肪氧化酶作用下异味物质的形成过程	264
10.1.3 大豆脂肪氧化酶的去除技术	264
10.2 大豆胰蛋白酶抑制剂	269
10.2.1 大豆胰蛋白酶抑制剂的结构及性质	269
10.2.2 大豆胰蛋白酶抑制剂失活方法	270
10.3 大豆抗原蛋白	274
10.3.1 大豆抗原蛋白的抗营养作用	274
10.3.2 大豆抗原蛋白的组成	274
10.3.3 大豆抗原蛋白的去除方法	275
10.4 大豆凝血素	276
10.4.1 大豆凝血素的结构	276
10.4.2 大豆凝血素凝血作用机理	277
10.4.3 大豆凝血素的去除	277
10.5 植酸	279
10.5.1 植酸的结构及性能	280

10.5.2 植酸的作用机理	280
10.5.3 植酸的利用	281
10.5.4 植酸的去除方法	287
10.6 致甲状腺肿素	289
10.6.1 致甲状腺肿素的结构	289
10.6.2 致甲状腺肿素的作用机理	289
10.6.3 致甲状腺肿素的去除方法	290
10.7 脲酶	290
10.7.1 脲酶的结构及性质	290
10.7.2 脲酶的失活方法	290
参考文献	291
第11章 大豆蛋白质化工产品加工技术	294
11.1 大豆蛋白质胶黏剂	294
11.1.1 大豆蛋白质胶黏剂的起源及发展	294
11.1.2 大豆蛋白质改性制备胶黏剂	295
11.1.3 黏度调节	299
11.1.4 防腐措施	301
11.1.5 大豆蛋白质胶黏剂的应用	301
11.2 纺织用大豆蛋白纤维	301
11.2.1 大豆蛋白纤维的组成	301
11.2.2 大豆蛋白纤维的生产过程	301
11.2.3 大豆蛋白纤维的基本性能	302
11.2.4 大豆蛋白纤维的产品开发	305
11.3 可食性大豆蛋白膜	306
11.3.1 大豆蛋白膜的特性	306
11.3.2 大豆蛋白膜成膜机理	307
11.3.3 制备大豆蛋白膜的影响因素	307
11.3.4 存在的问题及发展趋势	311
11.4 大豆蛋白塑料	311
11.4.1 大豆蛋白质制备塑料的改性方法	312
11.4.2 大豆蛋白质制备塑料的制样工艺	314
11.5 大豆蛋白质复合材料	316
11.5.1 大豆蛋白质/天然聚合物复合材料	316
11.5.2 大豆蛋白质/合成聚合物复合材料	317
参考文献	319

第1章 绪 论

1.1 大豆蛋白质^①加工技术起源

我国自古就栽培大豆，商朝甲骨文中“菽”的象形文字。我国最古老的、记述史前文化的、著于公元前6世纪的《诗经》里，便记载有“蓺之荏菽、荏菽旆旆”等。从周朝到秦汉时期，大豆就已成为黄河流域的主要粮食作物之一；明清时代，大豆的种植迅速遍及东北、海南、新疆等地，踪迹遍布全国各地。20世纪初，中国的大豆开始进入国际市场，与茶、丝同为三大出口名产。我国大豆总产量与出口量占世界的80%~90%以上，遥遥领先于其他国家。然而，从20世纪40年代开始，我国大豆产量开始下降。1949年后虽然逐渐上升，20世纪60~70年代，由于当时历史条件和认识的局限，在“产量第一”的口号下，大豆被贬为“低产作物”，播种面积大幅度下降。改革开放以后，经过多年努力和政策调整，从1993年开始，我国大豆产量才出现回升势头，近些年大豆年产量位居世界排名第四（表1.1）。至于世界其他国家的大豆，都是直接或间接从我国传播去的。公元前3世纪大豆由我国传入朝鲜，6世纪传至日本；约在300年前，大豆传入菲律宾、印度尼西亚；欧美认识大豆则在18世纪以后。

表 1.1 主要大豆出产国近几年大豆年产量 (单位: Mt)

年度	美国	巴西	阿根廷	中国
2006/2007	86.80	59.00	47.20	15.90
2005/2006	83.37	52.20	40.50	16.50
2004/2005	85.01	51.60	38.30	18.30
2003/2004	66.88	51.00	39.00	17.40
2002/2003	75.01	50.50	33.00	16.40
2001/2002	78.67	52.50	35.50	16.51

我国是世界上最早种植大豆的国家，也是世界上最早利用大豆加工食品的国家。豆腐是我国古代的重要发明之一。豆腐的历史从古至今，多年来一直扮演着

① 为了尊重学科和读者习惯，本书有些地方未严格对“蛋白”和“蛋白质”加以区分。特此说明。

平民化价格，是穷人、是帝王、更是所有中国人熟悉的食品。豆腐的起源众说纷纭，但多数人认为还是从西汉高祖刘邦之孙——刘安所开始。人称淮南王的刘安，其母亲喜好食用黄豆，一日其母亲卧病在床，他便命人将黄豆磨成粉，加水熬成汤以便让母亲饮用，但又怕食之无味，因此加了点盐来调味，没想到居然凝结成块，而这也正是豆腐雏形的形成。由于刘安是位炼丹家，因此当豆腐雏形产生后，他便与方士们共同试验，经过多次研究之后，终于发现石膏或盐类可使豆乳凝固成豆腐，用以烹调十分可口，从此豆腐也就在民间开始流传。

豆腐不但在中国得到很大的发展，还随着民间交流逐步流传到海外。据考证，豆腐在元朝至元 4 年（公元 1338 年）传入日本，到 16 世纪，豆腐已成为日本的普通食品了。日本天明 2 年（公元 1782 年），大阪出版了一部名为《豆腐百珍》的专门食谱，作者曾谷川本，在书中介绍了 100 多种豆腐的烹饪方法。此外，豆腐还传播到朝鲜及东南亚，近代又传到西方并逐渐流行起来。

在西方，大豆最早用于食品是将大豆研磨后制成全脂豆粉和粗豆粉，直到 20 世纪 30 年代豆粉才被用作焙烤食品中小麦粉的部分替代品。1942 年，有人在制作面包时向面粉中加入少量豆粉用作漂白剂。这之后才出现了将溶剂萃取后的大豆磨碎制成食用的豆粉。60 年代后期，随着闪蒸脱容器的出现大大地减少了大豆蛋白质的变性程度，并促进了高溶解性大豆蛋白质粉的生产。

大豆尽管早在 1795 年就被引入美国，但它作为饲料和食品的蛋白质来源直到 20 世纪 40 年代才得到认可。根据 Boyer（1976）和 Johnson 等（1992）的报道，最初大豆加工业的兴起是受豆油生产的影响，而不是大豆蛋白质的生产，大豆被粉碎后通过挤压来制取用于工业生产的油，加工过程中大豆蛋白质发生了热变性，因此经过压榨过程得到的大豆蛋白质就不适合进一步加工成功能性蛋白质产品，它们大部分被用作了牛饲料或偶尔做肥料。1930 年开始采用溶剂法提取豆油，使脱脂后的豆粕不发生蛋白质变性，这方面的发展促进了大豆蛋白质的研究并促使大豆蛋白质应用范围的扩大。最初的研究主要集中在工业方面而不是食品方面的应用，随着科技进步到 20 世纪 50 年代开始了食品大豆蛋白质的商业化生产。1959 年美国伊利诺伊州的 Griffith 实验室通过洗脱豆粉中可溶性糖制得含有 70% 蛋白质的食品级大豆粉。1960 年 Centrasoya 公司利用弱碱除去了不可溶的碳水化合物，然后用酸沉法除去了糖类，制取含有 90% 以上蛋白质的大豆分离蛋白并在市场上销售。从此以后用于食品消费的大豆蛋白质产品的生产逐年稳步增长，这主要是由于其功能性好、营养价值高且价格低廉。

大豆的发展有赖于大豆加工业的发展。世界各国都高度重视对大豆的加工利用，大豆制品的花色品种越来越多，加工技术水平也不断提高。据统计，到目前为止，以大豆为原料加工制作或精炼提取的大豆制品已达 1.2 万种，其中包括具有几千年历史的中国传统豆制品和近几十年来发展起来的采用新工艺新技术生产

的新兴豆制品,如大豆纤维食品、大豆磷脂食品、大豆异黄酮产品、大豆蛋白肽和水解蛋白产品、大豆仿肉制品等。

1.2 国内外大豆蛋白质加工现状与趋势

大豆蛋白质的加工是大豆精深加工中最有潜力、最有前途的领域,产品也大都都是高技术含量、高附加值的产品。目前大豆蛋白质的开发应用遵循以下几个研究方向:利用生物修饰技术生产专用功能性蛋白质的技术与开发;在主食品中添加大豆蛋白质及其应用研究;大豆蛋白质在肉灌制品中添加及应用技术研究;大豆蛋白膜的研制与开发;大豆蛋白功能饮料的研究与产业化开发;注射级术后大豆蛋白输液的研制与开发;工业用大豆蛋白功能助剂的研究与开发;大豆蛋白膨化功能饲料的研究与开发;利用大豆蛋白质生产人造真丝产品的研究与开发;大豆蛋白质精细化工产品的研究与开发。

1.2.1 大豆蛋白质加工企业现状

目前,世界上大豆食品研究开发和生产比较先进的国家是美国和日本。美国在制定政策鼓励大豆生产的同时,还大力发展大豆蛋白质生产。美国的大豆制品广泛应用于食品、化工、医药等领域,仅添加大豆蛋白的食品就达 2500 种。在美国 50 个州中已有 40 个州将大豆分离蛋白加入中小学生的营养餐中。美国 FDA 已通过相关法规,允许含有大豆蛋白质的食品在标签上注明其具有保健作用。从 20 世纪 90 年代初,大豆食品在美国每年以 10% ~ 15% 的速度增长,成为美国食品工业发展最快的行业之一。

国外大豆蛋白质年产量在 55 余万吨,其中大豆分离蛋白 20 余万吨,浓缩蛋白 35 余万吨。国外的大豆分离蛋白以美国的杜邦为主要代表,其生产工艺、技术发展很快,从萃取到改性,已经形成多种系列的配方技术,可以生产出数百种产品,广泛应用于各个工业领域。

大豆蛋白质加工是最近 10 多年来我国大豆加工利用的新方向和主攻方向。其加工工艺和传统大豆加工工艺的区别在于大豆经过浸出法提取油脂后,豆粕在低温条件下脱除溶剂,大豆蛋白质基本不变性。利用此低温脱溶豆粕(俗称白豆片)可以进一步生产出大豆蛋白质粉、大豆组织蛋白、大豆浓缩蛋白、大豆分离蛋白等大豆蛋白质产品,并通过高新技术的应用开发各种功能蛋白产品,应用于不同的加工领域。

从大豆蛋白企业的分布来看,中国的大豆蛋白企业已从关外的松花江流域、辽河流域到关内的黄河、长江流域,广布到中国的东北、西北、华北、华中、华东地区。20 世纪 90 年代中期以前,中国仅有吉林前郭、黑龙江三江、湖北云梦

等少数厂家生产大豆蛋白质。近几年,随着我国植物蛋白质应用市场的日益扩大,尤其是肉类制品行业应用量的迅速增加,国内又纷纷投资兴建大豆分离蛋白加工厂,如双汇集团、九三油脂集团等实力雄厚的企业。目前,我国大豆蛋白厂已超过 40 家,设计生产能力超过 20 万 t/年。这其中,黑龙江 9 家、吉林 2 家、辽宁 1 家、河北 2 家、内蒙 2 家、山西 1 家、山东 13 家、河南 6 家、湖北 2 家、甘肃 1 家、江苏 1 家、浙江 1 家。加上新增的生产线,2005 年底生产能力突破 40 万 t/年的规模,与美国不相上下。可以生产大豆组织蛋白、大豆浓缩蛋白、大豆分离蛋白。其中,大豆分离蛋白是主要品种。从产量上看,山东最大,黑龙江次之。从新上的项目来看,黑龙江、河南最活跃,均有几万吨的增幅。我国最大的大豆分离蛋白企业生产能力在 2 万 t/年水平。

面对大豆蛋白质这一快速成长的市场,众企业各施拳脚,行业竞争趋于激烈,跨国公司也在我国市场积极寻求商机。以世界 500 强杜邦公司为例,2001 年,杜邦收购了湖北云梦县的蛋白厂;2002 年 5 月合资成立杜邦郑州蛋白有限公司;2002 年 10 月合资成立杜邦双汇漯河蛋白公司,三家企业共同构成了杜邦在内地蛋白质生产基地的布局。杜邦代表了很多跨国公司在中国扩张的模式,即选择有一定规模的企业,在完成合作和并购后,也建立起属于自己的生产和营销网络。ADM 公司则在 2004 年于山海关建立了大豆浓缩蛋白生产基地。2005 年 2 月以色列 Solbar 公司在宁波建设功能性大豆浓缩蛋白生产线。金城油脂公司则在江苏建立了一家大豆蛋白纤维工厂。

大豆蛋白质企业的经营模式有以下三种。

模式一:从事大豆蛋白质加工的同时,也从事大豆油脂、磷脂等产品开发生产,部分企业还参与大豆和豆粕的期货交易。代表企业包括大连华农、九三油脂、ADM、杜邦等。

模式二:以科研院所为代表,主要从事大豆蛋白质和磷脂类产品的生产开发,同时对外提供加工技术服务和新产品专利转让。代表企业包括山东都庆,营口渤海等。

模式三:一些实力较弱的大豆蛋白质加工企业则主要依靠单一大豆蛋白质的生产销售获取利润。包括了中国内地许多生产大豆蛋白质的中小企业。

目前我国大豆蛋白企业存在的问题主要是新产品开发滞后,产品品种较为单一,应用领域窄,产品附加值低;产品质量远低于国际水平,尽管价格较低,但销量依然无法提高;生产规模普遍偏小,导致成本高,竞争能力偏弱;国内大豆蛋白企业的融资能力不强,在产业集中度较低的情况下,无法实现产业大规模扩张。缺乏强有力的品牌宣传,缺少龙头企业。

1.2.2 大豆蛋白质产品结构与技术现状

当今,在欧美市场上,大豆食品种类增加到万余种。各种大豆食品随处可

见,如大豆汉堡、大豆热狗、大豆蛋糕、大豆冰淇淋、大豆奶酪、大豆饮料、大豆奶、大豆烘烤食品等。我国在大豆蛋白制品的应用方面起步较晚,始于20世纪80年代初。中国生产的大豆蛋白质(包括浓缩蛋白)90%以上为食用级的凝胶型产品,产品质量水平接近,即趋于同质化,这加剧了大豆蛋白厂间的竞争。到目前为止,虽然我国大豆分离蛋白厂总的年设计生产能力较高,但是国内大豆分离蛋白的生产工艺大同小异,产品品种单一,功能特性较差,质量较美国同类产品相差较大,产品在市场上的竞争力远远低于进口产品,尽管进口的大豆分离蛋白有的是用转基因大豆生产,而且价格高于国产同类产品30%左右,但消费者还是喜欢选用进口产品。另外,我国大豆分离蛋白生产过程中的豆渣、乳清水没有被充分地利用,使生产成本全部集中在大豆分离蛋白上,特别是未利用的乳清水造成的环境污染,使一部分大豆分离蛋白厂被迫停产,因此我国大豆分离蛋白的实际生产能力在8万t左右。

我国大豆分离蛋白的生产技术、设备与国际水平差距甚远,目前只能生产添加到肉类食品中的蛋白质粉,脱皮、脱脂和氮溶解指数都达不到发达国家水平。如国内大豆分离蛋白设备的脱皮率在60%~80%,而国外设备达到95%~99%;氮溶解指数国内小于75%,而国外大于85%甚至在90%以上。特别是国内产品分散性指标不过关,遇到碳酸性饮料即出现沉淀。中国大豆分离蛋白的生产所用的喷雾干燥器普遍没有造粒功能,这也制约了蛋白质品种的开发。另外一个关键的原因就是中国存在着研究规模小,研究者与生产者脱钩,生产企业盲目发展的状况,有些技术含量不高,过百亿元的市场面临着被国外产品抢占的危机。

1.2.2.1 食品用途大豆蛋白质加工现状

据不完全统计,世界上含有大豆蛋白质的食品近万种。在1992~1999年期间,大豆食品销售额年平均增长20%以上。特别是去年12月FDA认定大豆蛋白质的保健作用后,大豆食品发展更加迅速。有人预言,2020年世界大豆产量的一半将用于制作大豆食品,东方的豆腐和豆制品将风靡全球。

大豆食品工业可分为三大类:①传统豆制品,包括豆腐、豆腐干等非发酵制品和酱油、腐乳等发酵制品。②新兴豆制品,包括豆奶粉、豆奶等全脂大豆制品以及分离蛋白、浓缩蛋白、组织蛋白、蛋白饮料等蛋白质制品,以及油脂制品。③大豆营养保健功能成分开发利用制品,包括大豆磷脂、大豆低聚糖、大豆异黄酮、大豆纤维等制品。

近年来,我国大豆食品工业出现了可喜局面,主要表现在:传统豆制品走向工业化生产;豆奶粉生产发展较快,且品种增多,豆奶饮料市场扩大;分离蛋白、组织蛋白、浓缩蛋白开发利用出现了好的趋势;大豆功能成分的开发有良好开端;大豆油脂加工水平显著提高;国外先进技术装备的引进有力地促进了大豆

食品的工业化生产；大豆深精加工关键技术研究与开发利用取得了新进展。

上述成就为今后大豆食品工业的发展打下了良好基础。但同时我们也要清醒地看到，除少数大型企业集团外，我国大豆食品企业大多规模小，加工技术水平不高，设备陈旧，产品单一，深度开发利用不够，竞争力不强，同一地区、同类产品往往在低水平重复，难以适应市场开拓和居民消费需求增长的新形势。从大豆生产来看，1998年我国大豆人均产量仅12.4kg，不足世界人均26.8kg的一半，只相当于美国人均274kg的4.5%和巴西人均169kg的7.3%。从居民消费看，1998年城乡人均豆类和豆制品消费量仅6kg左右，距离中国营养学会推荐的18kg相差甚远，必须加快发展步伐。

在“十五”期间，我国把大豆食品工业作为全国食品工业的一个重点，从政策与资金投入上给予扶持。相继出台了《农业转基因生物安全评价管理》《农业转基因生物标识管理办法》等政策并在东北率先实施“大豆振兴计划”。

总的说从八个方面探索了发展道路：走产加销一体化、产业化之路；走现代工业化生产之路；走“官产学研”结合、实现科技创新之路；走品种多样化、系列化、规格化之路；走强化主食、发展谷豆型食品之路；走综合开发利用大豆资源之路；走绿色食品和非转基因食品之路；走豆与奶结合之路。

在发展重点产品方面，配合了大豆行动计划和中小学生豆奶计划等专项计划的实施，以学生豆奶、城市居民早餐豆奶为切入点，开发适合市场需求的、系列化的豆奶及豆奶粉。在增加分离蛋白、浓缩蛋白、组织蛋白产量的同时，提高质量、降低成本，积极开拓工程功能性配料、营养功能性配料及调理食品基料的应用，并扩大各种大豆粉的应用领域。与此同时，大力发扬我国东方食品的传统与优势，加快传统豆制品企业的技术改造与工业化生产步伐。依靠科学技术进步，深度开发和综合利用大豆中的磷脂、寡糖、异黄酮、皂苷、食用纤维等功能组分，研制出多种新产品。

1.2.2.2 功能性大豆蛋白质加工现状

大豆蛋白质具有凝胶性、乳化性、起泡性、吸油性等功能特性，并具有营养性和经济性，逐步被广泛地用于不同食品中。目前用于肉制品的大豆蛋白质制品主要有：大豆分离蛋白（soybean protein isolated, SPI）、大豆浓缩蛋白（soybean protein concentrated, SPC）、组织化大豆浓缩蛋白（textural soybean protein concentrated, TSPC）、大豆组织（化）蛋白（textural soybean protein, TSP）、脱脂大豆蛋白粉（defatted soybean protein, DSP）、全脂脱腥功能性大豆蛋白粉（soybean protein flour, SPF）。各种大豆蛋白质制品功能性、经济性、营养性不相同，应用的范围、方法也不尽相同。大豆蛋白质制品的功能特性及用途直接 with 产品加工工艺参数有关，不同的产品有不同的功能特性。在肉制品中，大豆蛋白质