

新编大豆食品加工技术

宋俊梅 鞠洪荣 主编



山东大学出版社
Shandong University Press

新编大豆食品 加工技术

XINBIAN DADOU SHIPIN
JIAONG JISHU

主 编 宋俊梅 鞠洪荣

副主编 董贝磊 李敬龙

编 者 (按姓氏笔画为序)

王永敏 曲静然 孙永君 李敬龙

宋俊梅 陆晓滨 赵祥忠 董贝磊

鞠洪荣

山东大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新编大豆食品加工技术/宋俊梅, 鞠洪荣主编. — 济南: 山东大学出版社, 2002. 12
ISBN 7-5607-2535-X

I. 新…

II. ①宋…②鞠…

III. 大豆-豆制食品-食品加工

IV. TS214. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 108031 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码: 250100)

山东省新华书店经销

青岛胶南印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 11.5 印张 300 千字

2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—2500 册

定价: 21.80 元

版权所有, 盗印必究

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部负责调换

内容简介

本书较全面、系统地介绍了以大豆为原料，各种传统与新兴大豆食品及大豆生物活性因子的生产方法及研究进展，重点介绍了近年来以大豆为原料进行食品加工的新工艺、新技术及功能因子的开发利用。内容包括传统大豆食品中新工艺、新技术的应用以及新兴大豆食品和以大豆为原料开发的功能性食品添加剂。全书共分五章，分别为第一章总论，第二章非发酵大豆食品，第三章发酵大豆食品，第四章大豆蛋白的制取和应用，第五章大豆活性成分的开发与应用。每章后均附有参考文献。

本书可作为高等院校食品科学与工程学科有关专业师生的参考书，也可供有关研究单位和食品企业有初级以上专业知识的研究和开发人员参考。

前 言

我国是大豆的故乡，几千年来大豆和大豆制品一直是我国人民的主要食品之一。它所含有的丰富的营养物质和各种的生物活性物质，为中华民族体魄的强健和人类的健康作出了不可磨灭的贡献。

大豆含有丰富的蛋白质和油脂。其蛋白质的氨基酸组成是植物蛋白中最好的，除含硫氨基酸略低外，其他氨基酸比例适当，符合人体需求模式，因而，大豆蛋白质是优质蛋白质。大豆油脂的体内消化率高达 97.5%，含有大量的不饱和脂肪酸，尤其是必需脂肪酸亚油酸和亚麻酸的含量很高，而且大豆油脂中维生素 E 也比较丰富，是人们摄取维生素 E 的主要来源，因此大豆油脂是具有很高营养价值的油脂。

大豆除含有优质的蛋白质和油脂外，还含有多钟有益于人体健康、可调节机体生理功能的生物活性因子，如大豆低聚糖、大豆异黄酮、大豆皂苷和大豆膳食纤维等，这些功能因子的发现，是近年来在世界范围内掀起大豆研究热潮的主要原因。

随着科学技术的发展，各种新兴大豆食品不断涌现，各种生物活性因子得到日益深入的研究和开发利用，同时，传统的大豆食品也被赋予新的内涵。本书旨在介绍大豆食品加工方面的新工

艺、新技术和大豆生物活性因子的开发利用状况。全书共分五章, 根据各个编者的研究领域和特长进行了分工。第一章、第四章和第五章的第一节由宋俊梅编写; 第二章的第一节至第三节由李敬龙编写; 第二章的第四节至第六节由董贝磊编写; 第三章的第一节至第五节由鞠洪荣编写, 第六节由赵祥忠编写; 第五章的第二节和第三节由王永敏编写, 第四节、第五节和第六节分别由孙永君、曲静然和陆晓滨编写。李燕、刘玉、于海峰、鲁伟、王国良对全稿文字及图表进行了校对, 在此谨表示感谢。

为了提高编写质量, 参加编写的教师在自己科研的基础上, 参阅了国内外大量文献资料, 力求反映国内外先进水平。但由于编者水平有限, 不当之处, 恳请读者不吝赐教。

宋俊梅

2002 年 11 月

目 录

第一章 总 论	(1)
第一节 大豆食品的营养功能	(2)
一、大豆蛋白质	(2)
二、大豆油脂	(4)
三、大豆中的碳水化合物	(7)
四、大豆中的无机盐和维生素	(8)
五、大豆中的抗营养因子及消除方法	(8)
第二节 大豆食品的保健活性	(11)
一、大豆磷脂	(12)
二、大豆低聚糖	(14)
三、大豆皂苷	(17)
四、大豆异黄酮	(19)
五、大豆膳食纤维	(21)
六、大豆多肽化合物	(22)
第二章 非发酵大豆食品	(25)
第一节 豆 腐	(25)

一、豆腐生产中大豆蛋白的提取	(26)
二、豆腐的加工工艺	(32)
第二节 大豆油	(42)
一、大豆油提取	(42)
二、大豆油的精炼	(52)
第三节 大豆制品	(54)
一、豆腐干类	(54)
二、百叶类	(59)
三、油豆腐类	(63)
四、碱浸类	(64)
五、腐竹类	(68)
第四节 豆 乳	(71)
一、豆乳的基本生产工艺	(71)
二、全大豆健康饮料	(90)
第五节 豆 粉	(95)
一、豆乳粉	(95)
二、全脂膨化豆粉	(102)
三、脱脂豆粉	(103)
第六节 豆乳晶与炼乳	(104)
一、速溶豆乳晶	(104)
二、全脂加糖豆炼乳	(107)
第三章 发酵大豆食品	(111)
第一节 酱 油	(111)
一、酱油中风味物质的来源	(112)
二、中国酱油	(114)
三、日本酱油	(131)
四、酱油生产新技术	(138)

第二节 豆 酱	(146)
一、中国豆酱	(147)
二、日本豆酱	(149)
三、新产品和新技术	(155)
第三节 豆腐乳	(165)
一、豆腐乳的种类	(165)
二、豆腐乳的原料	(166)
三、豆腐坯制造	(169)
四、豆腐乳发酵	(173)
五、新型腐乳生产	(180)
六、生产腐乳新技术	(183)
第四节 豆 豉	(186)
一、豆豉种类	(186)
二、豆豉制作	(187)
第五节 日本纳豆及大豆无盐发酵制品	(196)
一、日本纳豆	(196)
二、大豆无盐发酵制品	(204)
第六节 发酵豆乳饮料	(211)
一、引言	(211)
二、发酵酸豆乳的功能与特性	(212)
三、发酵豆乳用发酵剂	(216)
四、乳酸菌发酵豆乳的生产	(222)
五、双歧杆菌发酵豆乳的生产	(225)
六、发酵豆乳产品质量标准	(230)
第四章 大豆蛋白的制取和应用	(233)
第一节 大豆蛋白的制取	(233)
一、大豆浓缩蛋白	(233)

二、大豆分离蛋白·····	(236)
三、大豆组织蛋白·····	(238)
第二节 大豆蛋白的组成与功能特性·····	(240)
一、大豆蛋白质的组成·····	(240)
二、大豆蛋白质的功能特性·····	(242)
第三节 大豆蛋白在食品工业中的应用·····	(253)
一、大豆蛋白制品的营养价值·····	(253)
二、大豆蛋白制品的功能性·····	(254)
三、大豆蛋白制品的应用·····	(256)
第四节 我国大豆蛋白的开发利用现状及对策·····	(265)
一、大豆蛋白的开发利用现状·····	(265)
二、开发大豆蛋白的对策·····	(267)
第五章 大豆活性成分的开发与应用·····	(273)
第一节 大豆肽·····	(273)
一、国内外研究概况、水平与发展趋势·····	(274)
二、大豆肽的理化性质与生物活性·····	(274)
三、大豆肽的制备工艺·····	(278)
四、大豆肽苦味的产生及消苦方法·····	(279)
五、大豆肽在食品工业中的应用·····	(281)
第二节 大豆异黄酮·····	(282)
一、大豆异黄酮的分布及含量·····	(283)
二、大豆异黄酮的组成、结构·····	(284)
三、大豆异黄酮的性质·····	(285)
四、大豆异黄酮的保健功能·····	(288)
五、大豆异黄酮的提取和分离·····	(291)
六、大豆异黄酮安全性和摄取量·····	(296)
七、大豆异黄酮的产品开发前景·····	(297)

第三节 大豆磷脂	(298)
一、大豆磷脂的来源及分布	(298)
二、大豆磷脂的结构和性质	(299)
三、大豆磷脂酯的应用	(303)
四、大豆磷脂的制取	(308)
第四节 大豆低聚糖	(315)
一、大豆低聚糖的化学结构	(315)
二、大豆低聚糖的分布及理化性质	(316)
三、大豆低聚糖的生理功能	(318)
四、大豆低聚糖的开发和在食品工业中的应用	(321)
五、大豆低聚糖的制作工艺	(325)
第五节 大豆膳食纤维	(327)
一、引言	(327)
二、大豆膳食纤维的定义	(327)
三、大豆膳食纤维的含量分布	(328)
四、膳食纤维主要的物化性质	(328)
五、大豆膳食纤维的生理功能	(330)
六、大豆膳食纤维的提取方法	(332)
七、大豆膳食纤维在食品加工中的应用	(334)
第六节 大豆皂苷	(335)
一、大豆皂苷的分布及含量	(335)
二、大豆皂苷的结构	(337)
三、大豆皂苷的性质	(341)
四、大豆皂苷的制取	(342)
五、大豆皂苷的生理功能	(344)
六、大豆皂苷的开发和应用	(347)

第一章 总 论

经济的发展和社会节奏的加快，使人类在寿命不断延长的同时进入“亚健康”状态，这促使人们的健康意识越来越强。我国传统的“药食同源”以及“药补不如食补，食疗胜于药疗”的观念，渐渐被人们普遍接受。随着世界性的健康食品热潮的兴起，我们开始重新认识大豆，而高新科技的注入，使古老的大豆展现出新的风采。因其杰出的营养功能和保健活性，大豆被誉为“黄金”食品。如今，在日本、美国及欧洲等许多国家都掀起对大豆食品的消费热潮。

我国是大豆的故乡，栽培大豆已有五千多年了，将大豆加工成大豆食品也有两千多年的历史了。大豆是我国的七大粮食作物之一，也是四大油料作物之一，主要用来提供食用油脂和蛋白质。

日本是接受大豆食品较早的国家，中国的豆腐传入日本已有一千多年了，他们不仅学会了用中国传统的方法生产豆腐和豆浆，而且根据不同的消费群体的需要，制作出多种豆腐，如专为老年人制作的低糖豆腐、保质期长达一年的冻豆腐等等。他们发明了世界上第一条豆腐生产线，在提高生产效率、改进加工工艺等方面都有所创新。

美国在 20 世纪初才认识和引进大豆，但起初主要用作饲料。随着对大豆营养功能和保健作用的认识，美国也掀起了大豆食品热。现在美国的大豆产量排名世界第一，占全世界大豆总产量的 50%，而且有专门的研究机构从大豆品种到加工工艺进行详尽深入的研究。

第一节 大豆食品的营养功能

大豆中最主要的营养成分是蛋白质和脂肪，仅仅这两种成分就占大豆全部营养成分的 60% 以上。另外，大豆还含有碳水化合物、无机盐、微量元素和维生素等营养成分。

一、大豆蛋白质

蛋白质是人体必需的主要营养成分，它是人类生命活动不可缺少的物质基础。动物性食品蛋白质含量较高，而大豆和大豆食品是植物性食品中的佼佼者。大豆的蛋白质含量随大豆品种和栽培地域的不同而变化，一般占 35%~45%。大豆和其他食品蛋白质含量的比较如表 1-1 所示。

表 1-1 大豆和其他食品蛋白质含量的比较 (每 100g 含量)

	水分 (g)	蛋白质 (g)	脂肪 (g)	碳水化合物 (g)	粗纤维 (g)	灰分 (g)	热量 (kcal)
大豆	8	40.9	18.5	22	5.0	4.8	411
北豆腐	85	7.4	3.5	3	0.1	1.3	70
油豆腐	8	39.6	37.7	12	0.1	2.9	548
大米	13	8.0	1.4	76	2.0	50	349
面粉	12	9.9	1.8	75	0.6	1.1	356

续表

	水分 (g)	蛋白质 (g)	脂肪 (g)	碳水化合 物 (g)	粗纤维 (g)	灰分 (g)	热量 (kcal)
牛肉	69	20.1	10.2	—	—	1.1	172
羊肉	59	11.1	28.8	1	—	—	307
猪肉	52	16.9	29.2	1	—	0.9	317

评价食物蛋白质的营养价值既要看蛋白质含量，又要看其氨基酸组成，尤其是其中必需氨基酸的含量及构成比例，这是评价一种蛋白质质量的重要指标。大豆蛋白质含有人体必需的 8 种氨基酸，表 1-2 列出了三种常见大豆蛋白制品的必需氨基酸组成，并与 FAO/WHO 模式（FAO/WHO 模式为联合国粮农组织和世界卫生组织建议的比例）进行了比较。由表 1-2 可以看出，大豆蛋白质的必需氨基酸含量接近或高于 FAO/WHO 建议的理想构成，因而属于优质蛋白质；与其他植物（如谷物）蛋白相比，大豆蛋白中赖氨酸含量最高，适合添加到谷物类食品起氨基酸互补作用；蛋氨酸是大豆蛋白的限制性氨基酸，若用蛋氨酸加以强化，其营养价值更高。

表 1-2 大豆蛋白制品的必需氨基酸组成 (g/16g 氮)

项目	赖氨酸	亮氨酸	缬氨酸	异亮氨酸	苏氨酸	苯丙氨酸 +酪氨酸	蛋氨酸+ 胱氨酸	色氨酸
FAO/WHO	5.5	7.0	5.0	4.0	4.0	6.0	3.5	1.0
脱脂豆粉	6.9	7.7	5.4	5.1	4.3	8.9	3.2	1.3
浓缩蛋白	6.3	7.8	4.9	4.8	4.2	9.1	3.0	1.5
分离蛋白	6.1	7.7	4.8	4.9	3.7	9.1	2.1	1.4

另一种评价食物蛋白质营养价值的方法是看食物蛋白质的消化率，蛋白质的消化率越高，则能被人体利用越多，因此营养价值也就越高。表 1—3 是几种食物蛋白质的消化率。由表 1—3 可见，动物蛋白如奶类、肉类和蛋类等都有很高的消化率，而植物蛋白的消化率较低。但大豆制品中的豆腐、分离蛋白的蛋白质消化率很高，所以大豆蛋白质是优质蛋白质，只要经过适当的加工，其消化率接近动物蛋白。

表 1—3 几种食物中蛋白质的消化率

蛋白质来源	蛋白质消化率 (%)	蛋白质来源	蛋白质消化率 (%)
奶类	97~98	大豆粉	75
肉类	92~94	整粒大豆	60
蛋类	98	豆乳	86
面包	79	豆腐	94
土豆	74	大豆分离蛋白	97
玉米面窝头	66	花生粉	58
米饭	82	棉籽粉	61

大豆蛋白质的组成和功能特性参见第四章。

二、大豆油脂

大豆油脂是存在于大豆种子中的由脂肪酸与甘油所形成的酯类。大豆油脂的特点是其构成脂肪酸以不饱和脂肪酸为主，约占总脂肪酸量的 80%，包括油酸、亚油酸、亚麻酸等，其中亚油酸和亚麻酸在营养学上称为必需脂肪酸。大豆油脂的脂肪酸组成如表 1—4 所示。

表 1-4 大豆油脂的脂肪酸组成 (%)

脂肪酸的种类	比例范围	平均值
月桂酸 (C ₁₂)	—	0.1
豆蔻酸 (C ₁₄)	<0.5	0.2
棕榈酸 (C ₁₆)*	7~12	10.7
饱和脂肪酸 硬脂酸 (C ₁₈)	2~5.5	3.9
花生酸 (C ₂₀)	<1.0	0.2
山芋酸 (C ₂₂)	<0.5	
总 计	10~19	
棕榈油酸 (C ₁₆)	<0.5	0.3
油酸 (C ₁₈)	20~50	22.8
不饱和脂肪酸 亚油酸 (C ₁₈)	35~60	50.8
亚麻酸 (C ₁₈)	2~13	6.8
二十碳烯酸 (C ₂₀)**	<1.0	—
总 计	—	80.7

※ 棕榈酸即软脂酸。

※※ 二十碳烯酸即花生四烯酸。

必需脂肪酸是机体生理需要，但体内不能合成，只能由食物供给的多不饱和脂肪酸。必需脂肪酸的生理功能是十分重要的，主要包括以下几个方面。

(1) 必需脂肪酸是组织细胞的组成成分，其参与生物膜磷脂的合成。必需脂肪酸缺乏时可导致线粒体肿胀、细胞膜结构与功能的改变及膜透性的增加。还可导致磷屑样皮炎、湿疹及皮肤细胞膜对水通透性的改变。

(2) 因体内胆固醇的转运需与脂肪酸结合才能进行, 所以必需脂肪酸缺乏会使胆固醇转运受阻而不能进行正常代谢, 最终使胆固醇在体内沉积而导致疾病。

(3) 膳食中若长期缺乏必需脂肪酸, 动物会出现不孕症, 而且还影响泌乳。

(4) 必需脂肪酸是合成前列腺素所必需的前体物质, 如果膳食中缺乏必需脂肪酸, 则动物形成前列腺素的能力减退。

(5) 必需脂肪酸对 X 射线引起的一些皮肤损害有保护作用, 这可能是损伤组织修复过程中衍生组织的生长需要必需脂肪酸的缘故。

评价膳食脂肪的营养价值是从脂肪的消化吸收率、必需脂肪酸的含量及脂溶性维生素的含量等三个方面考虑的。大豆油脂的体内消化率高达 97.5%; 必需脂肪酸中仅亚油酸的含量就达 50.8%; 另外大豆油脂中维生素 E 也比较丰富, 是人们摄取维生素 E 的主要来源, 因此大豆油脂是营养丰富的油脂。

大豆油脂在常温下呈液态, 为半干性油。优质大豆油呈琥珀色, 稍有豆腥味。大豆油脂因是多种甘油酯的混合物, 所以具有多晶现象, 无确切的熔点, 熔点范围为 $-8^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$ 。大豆油脂的沸点很高, 达 200°C 以上, 精炼大豆油烟点为 256°C , 闪点为 316°C , 燃点为 356°C 。

因含有不饱和双键, 大豆油脂在适当条件下会水解成脂肪酸和甘油。油脂水解后营养价值降低, 感官性状劣化, 水解后形成的小分子有机酸、醛等对人体还有毒性作用, 因此, 在油脂贮存过程中需经常进行检测。油脂水解的指标是酸价, 酸价指的是中和 1g 油脂中的游离脂肪酸所需氢氧化钾的毫克数, 油脂酸价越高, 说明水解程度越高。

大豆油脂长期暴露在空气中还会发生自动氧化作用, 因为大豆油脂的脂肪酸有一些共轭双键, 当受光、热、金属离子等作用