

国家「九五」重点图书 轻工科技兴农

大豆制品

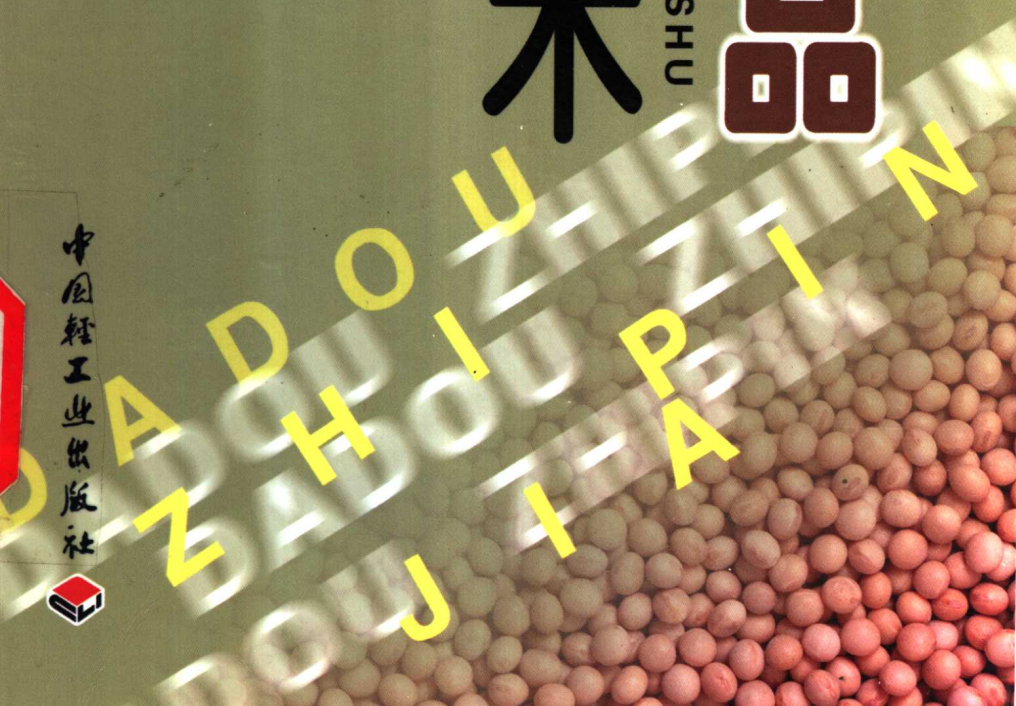
DADOU ZHIPIN JIAGONG JISHU

加工技术

西部开发
农产品加工

仇农学 李建科 编著

中国轻工业出版社



国家“九五”重点图书

轻工科技兴农

大豆制品加工技术

仇农学 李建科 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大豆制品加工技术 / 仇农学, 李建科编著. —北京:
中国轻工业出版社, 2000.9 (2002.1 重印)
(轻工科技兴农)
ISBN 7-5019-3380-4

I. 大… II. ①仇… ②李… III. 大豆-豆制品
-食品加工 IV. TS 214.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 060336 号

责任编辑: 唐是雯 陈惠燕 责任终审: 程文勇 封面设计: 赵小云
版式设计: 赵益东 责任校对: 朗静波 责任监印: 胡兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 三河市艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000 年 9 月第 1 版 2002 年 1 月第 2 次印刷

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 4.375

字 数: 110 千字 印数: 3001—6000

书 号: ISBN 7-5019-3380-4/TS · 2035

定 价: 12.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

我国号称“大豆的故乡”，也是大豆制品的发源地，这是世界所公认的。我国大豆的栽培历史至少在 3000 年以上，自西汉时期发明豆腐生产技术算起，其大豆传统加工技术历史也超过 2000 年。

在农作物中，大豆及豆制品的蛋白质和脂肪含量与小麦、玉米和大米相比分别高出 2~5 倍和 6~10 倍以上。它含有多种氨基酸，尤其是人体必需而又不能自身合成的 8 种氨基酸。根据营养价值综合分析，大豆蛋白是优质蛋白。

目前，我国食物结构中优质蛋白的成分严重不足，而根据我国人民的消费习惯和资源供应状况，我国的膳食结构模式又不可能像西方一样，单纯靠增加动物蛋白来调整，应该增加肉、禽、乳、蛋动物蛋白与大力发展优质蛋白两者并举。

传统大豆制品，味美价廉，在我国膳食结构体系中源远流长、经久不衰，是中国食文化的重要组成部分。我国人民对传统的、具有地方特色的豆制品存在着浓厚的食用感情。近年来，随着技术进步，传统豆制品已由手工作坊的生产方式向机械化生产方向发展，并逐步实现生产的规模化和标准化。

随着时代的变迁，传统豆制品也正在发生着新的变化，大豆的利用途径也向着多样化发展。以豆粉、豆奶为代表的新型豆制品已经进入多数中国人的家庭，受到人们的青睐。

传统和新型豆制品的兴旺发展，显示着豆制品产业将成为我国食品工业一个新兴的大行业，它将会是大豆产业化发展的重要增长点，也是广大农民和农村剩余劳动力致富的很好途径。

本书试图以比较通俗的语言，对大豆和多种大豆制品的实用

加工技术给以比较详细的介绍。该书的读者对象为具有高中以上文化水平的个体和集体豆制品加工企业人员,也可以作为职业培训教材。因此,本书在编写过程中力求突出“实用”二字,使读者借助本书的帮助,在豆制品加工中可以有所作为。当然,豆制品加工技术所包含的内容极为广泛,品种也很繁多,本书不可能一一列举。我们只希望读者能从书中汲取有用的东西并有所创新,使我国豆制品加工技术不断发扬光大。

本书的执笔者是仇农学和李建科,其中前言、第五、第六、第七、第八、第九章由仇农学编写,第一、第二、第三、第四章由李建科编写。

由于编者水平和知识有限,编写时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 大豆资源及其化学成分	(1)
第一节 我国大豆的发展历史及资源分布	(1)
第二节 世界大豆的发展历史及资源分布	(2)
第三节 大豆的化学组成及营养成分	(3)
第四节 “大豆行动计划”的启示	(8)
第二章 大豆的籽粒特征及品质标准	(12)
第一节 大豆的籽粒结构	(12)
第二节 大豆的分类	(14)
第三节 大豆的贮藏	(16)
第四节 大豆的品质标准	(18)
第三章 大豆制品的概念与分类	(26)
第一节 大豆制品的概念及豆制品工业的发展	(26)
第二节 大豆制品的分类	(28)
第三节 大豆制品的营养	(30)
第四节 大豆制品的未来	(33)

第四章 大豆蛋白质的基本知识 (35)

- 第一节 大豆蛋白质的组成和分类 (35)
- 第二节 大豆蛋白质的特性 (38)
- 第三节 大豆蛋白质的制取 (42)
- 第四节 大豆蛋白质的应用 (45)

第五章 大豆预处理技术及加工辅料 (47)

- 第一节 大豆预处理技术 (47)
- 第二节 加工辅料 (56)

第六章 非发酵豆制品加工技术 (59)

- 第一节 豆腐类制品 (59)
- 第二节 半脱水豆制品 (69)
- 第三节 卤制豆制品 (71)
- 第四节 熏制品 (75)
- 第五节 干燥豆制品 (76)
- 第六节 油炸豆制品 (80)
- 第七节 速生豆芽菜的培育 (81)

第七章 发酵大豆制品加工技术 (83)

- 第一节 腐乳 (83)
- 第二节 豆豉 (87)
- 第三节 豆酱 (90)
- 第四节 酱油 (93)

第五节 发酵豆	(95)
第六节 霉豆渣	(96)
第七节 徐州臭盐豆	(97)
第八章 新型豆制品加工技术	(99)
第一节 豆粉	(99)
第二节 豆乳	(103)
第三节 酸豆乳饮料	(111)
第四节 大豆植物蛋白肉	(117)
第五节 膨化大豆蛋白食品	(120)
第九章 大豆加工副产品的综合利用	(124)
第一节 豆粕的综合利用	(124)
第二节 豆腐渣的综合利用	(126)
主要参考文献	(131)

第一章 大豆资源及其化学成分

第一节 我国大豆的发展历史及资源分布

大豆原产于中国,古称“菽”,通常包括黄豆、青豆、黑豆、杂色豆,大豆是我国传统的“五谷”之一,也是四大油料作物之一。

大豆在我国栽培历史非常悠久。据考证,在 5000 年前已有栽培,商代的甲骨文就有有关大豆的记载,周代已占有相当地位,汉代以后,我国大豆种植面积不断扩大,产量也不断增加。

目前,大豆在我国广泛种植,全国有 24 个产区,上千个品种。产地主要集中在东北的松辽平原及华中的黄淮平原。根据我国各地的自然条件和栽培制度,可将大豆产区划分为五个大区。

1. 北方一年一熟春大豆区

该区无霜期为 120~160 天,耕作制度为一年一熟,包括东北三省、内蒙古、陕西、山西、河北北部、甘肃大部、青海东部和新疆部分地区,是我国大豆的第一主产区。

2. 黄淮流域夏大豆区

该区北临春大豆区,南至淮河、秦岭,无霜期为 200 天,耕作制度为两年三熟或一年一熟,包括山东、河南、河北南部、江苏和安徽北部、甘肃和山西南部,是我国大豆第二主产区。

3. 长江流域夏大豆区

该区无霜期为 200 天以上,一年两熟,包括河南南部、汉中南、江苏、安徽南部、湖南、湖北、四川大部、浙江西北部、江西北部、

广西及云南北部。

4. 长江以南秋大豆区

包括湖南、广东东部、江西中部和福建大部。本区为秋播大豆。

5. 南方大豆两熟区

包括广东、广西、云南南部,本区大豆可一年两熟,春大豆收获后可播种夏大豆。

我国大豆品种资源丰富多样,品种多达几千种,仅建国以来,全国各地选育出的大豆新品种就达 200 种以上,堪称世界大豆种植资源的宝库。主要优良品种有:黄宝珠,籽粒圆大,金黄色,有光泽;天鹅蛋,是著名的大粒品种;大白眉、荆 783、薄皮黄豆,蛋白质含量高;吉林 1 号,是高脂肪品种;北京小黑豆、哈尔滨小黄豆,为高抗孢囊线虫病品种;徐豆 1 号,为抗病毒品种;秋豆 1 号,为抗锈病品种;灌云金丝涝,抗盐碱能力强;牛毛红,抗旱性强;野猪簇,耐阴蔽。

此外,我国还广泛分布着一年或多年生野生大豆,它是栽培大豆的祖先。野生大豆蛋白质含量一般比栽培大豆高 6%~9%,并有结荚多、抗逆性强的特性,同栽培大豆杂交结实正常。

我国丰富的大豆资源也广为国外所利用。美国、日本等国家用我国大豆品种作亲本,培育出了大量的优质抗病新品种。我国大豆资源为世界大豆的生产作出了贡献。

第二节 世界大豆的发展历史及资源分布

中国是大豆的故乡,这是世界所公认的。世界大豆的发展与中国大豆资源息息相关。约公元前 200 年,中国大豆自华北传至朝鲜,而后又传至日本,华北、华中地区的大豆向南传入印尼、印度、越南等国。1740 年,由法国传教士将中国大豆引种巴黎,1790

年传入英国,1840年传入意大利,1874年俄国试种。美国自1804年小量试种,直到1882年才作为饲料作物进行生产性种植,至1910年,美国已掌握了280个中国大豆品种,1915年,美国开始将大豆作为食用,二战期间,美国开始大规模种植大豆,用于补充国内食用油的短缺。现在,世界上已有52个国家和地区种植大豆,而且种植面积不断扩大,产量逐年上升。

目前,世界大豆主产国主要有中国、美国、巴西、阿根廷。美国、巴西、阿根廷的大豆生产发展非常迅速。1935年,中国大豆产量为880万吨,英国仅为133.4万吨。在此之前,中国为世界大豆绝对主产国。至1960年,中国大豆产量仍徘徊在857.4万吨,占世界大豆总产量的36.1%,而美国大豆产量已达1510.6万吨,占世界大豆总产量的63.7%,首次远远超过中国,产量居世界第一位。此时,巴西、阿根廷的大豆产量分别为20.6万吨和1.2万吨。以后美国、巴西、阿根廷三国大豆产量逐年快速增长。至1990年,中国大豆产量为1080万吨,占世界总产量的10.1%,美国产量为5244万吨,占世界总产量的49%,巴西产量为2050万吨,占世界总产量的19.1%,阿根廷产量为1050万吨,占世界总产量的10%。中国大豆产量已落后于美国、巴西,与阿根廷相近。此外,日本、俄罗斯、印度尼西亚、朝鲜、泰国、加拿大、墨西哥、澳大利亚等三十多个国家都开始重视大豆的生产及大豆制品的发展。

作为大豆故乡的中国,已注意到了世界大豆生产的发展动态,农业部汇集专家意见,已提出发展设想,即到21世纪初,我国大豆产量要达到2000万吨以上。

第三节 大豆的化学组成及营养成分

大豆的主要化学组成成分为蛋白质40%,脂肪20%,碳水化合物20%,水分10%,粗纤维5%,灰分5%,另含多种矿物质和维

生素。其中,蛋白质和脂肪两种成分就占 60% 以上。不同品种和产地的大豆,各成分含量会有一定差异。

按大豆籽粒构成的三个部分,即种皮、胚和子叶,各部分化学组成有很大差别(见表 1-1)。

表 1-1 大豆不同部分的主要化学组成(干计) 单位:%^①

结构名称 成分名称	整粒	种皮	胚	子叶
粗蛋白质 (N×5.71)	30~45	8.84	40.76	42.81
粗脂肪	16~24	1.02	11.41	22.83
碳水化合物 (包括粗纤维)	20~39	85.88	43.41	29.37
灰分	4.5~5.0	4.26	4.42	4.99

①本书中凡成分的含量(浓度)等以%表示的,一般均指质量分数。

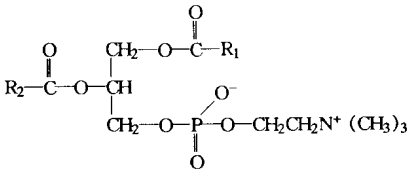
1. 大豆油脂的组成

大豆油脂,即大豆的脂肪,是由脂肪酸与甘油所组成,属于酯类化合物,在常温下为黄色液体。构成大豆油脂的脂肪酸种类多达 10 种以上,以不饱和脂肪酸为主,如油酸、亚油酸和亚麻酸等,这些不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的 60% 左右,而饱和脂肪酸含量则较低。这种特定的脂肪酸组成,决定了大豆油脂在常温下呈现液态。大豆油脂的脂肪酸组成见表 1-2。

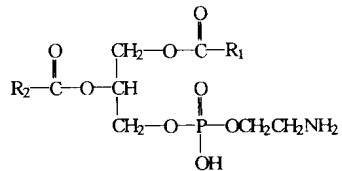
大豆油脂中除脂肪酸和甘油外,还含有 1.1%~3.2% 的磷脂。磷脂是一种含磷的类脂物,为甘油与脂肪酸和磷酸酯化后的化合物,也可被认为是甘油三酯中一个脂肪酸被磷酸替代,若磷酸再和胆碱酯化即得卵磷脂,若和胆胺酯化即成脑磷脂,其化学结构如下。

表 1-2 大豆油脂的脂肪酸组成

脂肪酸的种类		比例范围/%	平均值/%
饱和脂肪酸	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
	(软脂酸)		
	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	15.0
不饱和脂肪酸	棕榈油酸(C ₁₆)	<0.5	0.3
	油酸(C ₁₈)	20~50	22.8
	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	—
	(花生四烯酸)		
	总计	—	80.7



卵磷脂



脑磷脂

大豆磷脂

大豆磷脂的组成成分主要包括卵磷脂、脑磷脂及磷脂酰肌醇等。各成分所占比率见表 1-3。

表 1-3 大豆磷脂的组成比率

磷 脂 质	比率/%
卵磷脂(磷脂酰胆碱)	27.3
脑磷脂(磷脂酰乙醇胺)	27.3
磷脂酰肌醇	22.9
磷脂酸	9.9
磷脂酰甘油及二磷脂酰甘油	3.5
未知磷脂质	9.2

卵磷脂分子中的 R_1 脂肪酸为硬脂酸或软脂酸, R_2 脂肪酸为油酸、亚油酸、亚麻酸及花生四烯酸等不饱和脂肪酸。纯净的卵磷脂为吸水性很强的无色蜡状物,遇空气,迅速氧化变成黄褐色。卵磷脂具有良好的乳化性,故广泛用作食品乳化剂、抗氧化剂和营养添加剂。

脑磷脂有加速血液凝固的作用。

此外,大豆油脂中还含有不皂化物质,主要包括甾醇类(豆甾醇、谷甾醇)、维生素 E、类胡萝卜素及植物色素。总含量约为 0.5%~1.6%。

2. 大豆中碳水化合物的组成

大豆中碳水化合物的含量约占 25%,其组成比较复杂。主要由蔗糖、棉子糖、水苏糖、阿拉伯半乳糖和半乳糖类的多糖构成。成熟大豆中淀粉含量甚微,约为 0.4%~0.9%。大豆中的不溶性碳水化合物为食物纤维素,一般每 100g 大豆中含 5g 左右,主要存于种皮。

大豆中的碳水化合物,除蔗糖外,都难以被人体消化吸收,也有些糖类物质可在人体肠道内被细菌利用,并产生气体,使人有胀气感。在加工豆制品时,这些碳水化合物易转入浆水中被除去。

3. 大豆中矿物质的组成

矿物质也称为无机盐。大豆中矿物质元素约有 10 余种,主要为钾、钠、钙、镁、硫、磷、氯、铁、铜、锰、锌、铝等,它们的含量因大豆品种及产地不同而有较大差异。大豆中矿物质元素总的含量一般在 4.5%~5%,对人体的生长发育有重要作用。

大豆中钙的含量差异最大,每 100g 大豆中钙含量最高可达 470mg,最低则为 163mg。有人认为,大豆含钙越高,蒸煮出的大豆越硬。

应当注意的是,大豆中磷的存在形式有 4 种,其中植酸钙镁中含磷最多,约占 75%,它严重影响人体对钙、镁、磷的吸收。大豆在发芽过程中,植酸酶被激活,矿物质元素游离出来,从而使其生物利用率明显提高。

4. 大豆中的维生素

大豆中的维生素含量较少,以水溶性维生素为主,脂溶性维生素则更少。在大豆热加工处理时,绝大多数维生素会被破坏,转移到豆制品中去的很少。

5. 大豆中的蛋白质(另章介绍)

6. 大豆腥味成分

大豆具有特殊的气味,被称为豆腥味或豆臭味,是大豆中令人嫌忌的成分,需要去除。大豆腥味成分十分复杂,目前认为,至少有 30 余种挥发性物质与豆腥味有关。

7. 大豆中的抗营养因子及其消除

大豆中含有一些能够引起大豆食品营养价值下降、风味变劣甚至对人体有害的物质,我们把这些物质统称为大豆的抗营养因子。大豆中的抗营养因子主要有:胰蛋白酶抑制剂、血球凝集素、大豆皂苷、致甲状腺肿因子、肠胃胀气因子等。这些抗营养因子在大豆制品中必须加以消除。

大豆中抗营养因子以其耐热性可分为热稳定和热不稳定两种。如胰蛋白酶抑制剂、血球凝集素、致甲状腺肿因子等都耐热不

稳定,可通过加热处理消除;棉子糖、水苏糖、皂角苷、植物激素等对热较稳定,在大豆制品加工过程中一般通过水洗、醇溶液处理等方法来去除。传统的豆制品加工方法都无意识地消除了抗营养因子的影响。新型的豆制品加工工艺一般采取远红外线加热处理或湿热处理的方法,使大豆中的抗营养因子失活或去除。

关于大豆的营养价值是显而易见的。大豆及豆制品中的蛋白质和脂肪含量比小麦、玉米、大米分别高出2~5倍和6~10倍,甚至要高于瘦猪肉及瘦牛肉中蛋白质的含量。更重要的是大豆蛋白质的氨基酸组成合理,从营养学角度讲,大豆蛋白是优质蛋白质。大豆脂肪含量一般在20%左右,其消化率可高达98%。大豆脂肪中不饱和脂肪酸含量很高,约占大豆脂肪总量的60%左右,而且以油酸、亚油酸、亚麻酸等人体必需的脂肪酸为主。这些不饱和脂肪酸能够阻止胆固醇在血管中的沉积,因而具有防止动脉粥样硬化的作用。大豆脂肪中的卵磷脂、脑磷脂、肌醇磷脂都是人体大脑和肝脏所必需的物质。除此之外,大豆中还含有丰富的钙、磷、铁等人体必需的矿物质元素。所以说,大豆的营养价值很高,也是最易获得和最为经济的优质蛋白质来源,是联合国向世界各国极力推荐的粮油兼用作物。

第四节 “大豆行动计划”的启示

“大豆行动计划”是我国政府根据我国人民的饮食习惯、消费水平和我国食物资源生产及供应情况,由国家食物与营养咨询委员会的专家提出的符合我国人民合理膳食结构要求的社会公共营养行动计划。这种合理膳食结构的主导思想就是:不提倡西欧式高热能、高动物蛋白的模式(因为这种膳食模式已暴露出了很多营养失调性的健康问题),而是积极发展动物性食品的生产,在增加动物蛋白供应的同时(我国人民膳食中动物蛋白比例尚低,仍有待

提高),更好地利用大豆等优质植物蛋白,实行两者并行的方针。根据这个主导思想,该委员会提出了实施“大豆行动计划”,并于1993年将此计划写入了《90年代中国食物结构改革与发展纲要》。

“大豆行动计划”的内容就是:在肉、蛋、奶、鱼等动物性食品一时难以大幅度增加的情况下,扩大大豆类的利用。首先在全国不同地区,选择一些中小学作为试点,通过现有的豆制品设备及传统的大豆加工技术进行生产,再廉价供应中小學生每人1杯豆奶和其他豆制品,实行以优质植物蛋白解决学生蛋白质不足的问题,在取得经验后便扩大试点范围,有步骤地在全国推广,由国家食物与营养咨询委员会具体组织,负责指导。

1996年,国家食物与营养咨询委员会在11个省市(自治区)、12个县(市)的24所学校进行了试点,给试验学生每人每日午餐提供1杯200mL的豆奶,在试验期间进行了体况检查和血红蛋白测定,并安排了对照班,参加试点的学生共有13000多人。试验结果分析表明,参试学生疾病明显减少,抗病力普遍增强。试验点区的调查发现,有常吃豆制品习惯的山西定襄县,居民生活水平虽较低,但该地学生的身高、体重和血红蛋白都能达到正常水平,而江苏省锡山市,属较发达地区,但由于其膳食结构不甚合理,部分学生有挑食、偏食的习惯,东降镇实验小学学生的贫血率竟高达47.7%~50.4%。这充分说明了合理膳食对生长发育和身体健康的重要性。

“大豆行动计划”给我们的启示有如下几点。

1. 增加大豆制品的摄入,是弥补发展中国家蛋白质供应不足的最为经济、有效的途径

我国是发展中国家,人均蛋白质供应量低于世界人均水平,尤其是农村。青少年处于成长阶段,蛋白质供应尤为重要。按照我们国家的实际情况,不可能以大量增加动物蛋白的方式来弥补蛋白质的不足,况且高动物蛋白模式并非有益,不是我们所提倡的。而大豆是一种高蛋白食物来源,其蛋白质含量一般在40%左右,是稻米的4.3倍,鸡肉的2.5倍,牛奶的11倍,而且其含有19种