

现代

大豆蛋白食品生产技术

XIANDADIDAOU
DANBAISHIPINSHENGCHANJISHU

曲敬阳
刘玉田 编著
仲崇良



山东科学技术出版社

现代大豆蛋白食品生产技术

曲敬阳

刘玉田

仲崇良

编著

山东科学技术出版社

(鲁)新登字05号

现代大豆蛋白食品生产技术

曲敬阳 刘玉田 栾崇良 编著

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路 邮政编码250002)

山东省新华书店发行

山东人民印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 7.625印张 159千字

1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

印数: 1—1500

ISBN 7—5331—0942—2 /TS·74

定价 2.90 元

前 言

科学技术的发展,使人们越来越多地发现了包含在大豆种子中的丰富营养成分及其保健作用,并创造出多种有效利用的方法。今后,以大豆为主要原料的蛋白食品将得到迅速发展,其加工业也日趋繁荣。

烟台市长生食品厂及早预见到这一发展趋势,与烟台大学食品科学与工程研究所的教师真诚合作,致力于这一领域的开发。经过几年的努力,不但创造出了多种营养丰富、甜美可口的大豆蛋白食品,为增进人民的身体健康发挥了重要作用,而且也得到了令人欣慰的经济效益。为了使这一生产技术尽快得到推广应用,我们编著了《现代大豆蛋白食品生产技术》一书。

本书系统阐述了大豆的生化组成、营养价值、加工理论和加工技术的新进展,介绍了加工设备的选择与维护知识、食品生产卫生管理的方法与制度。本书重点介绍的现代大豆蛋白食品加工方法和卫生管理要求的主要内容,是作者在理论指导下的实践经验总结,是行之有效的技术成果。本书可供食品专业大专院校师生参考,同时可作为乳制品、豆制品等有关行业技术人员培训学习参考用书。

编著者

1991年3月

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 大豆加工生化基础	4
第一节 大豆成分及营养	4
一、大豆种子的结构	4
二、大豆种子的一般成分及营养	8
第二节 大豆蛋白质的结构与一般性质	19
一、氨基酸的构成及一般性能	19
二、蛋白质的一般结构	28
三、蛋白质的分类及大豆蛋白质的分级组分	29
四、蛋白质的一般性质	34
五、大豆蛋白质的主要理化性质	39
六、大豆蛋白质的功能特性	46
第三节 大豆中不良成分的来源及脱除	52
一、豆腥味的来源	52
二、豆腥味和苦涩味的脱除方法	55
三、大豆中有害因子的消除方法	59
第三章 生产工艺和加工方法	63
第一节 豆浆制备	63
一、大豆的除杂	63
二、大豆脱皮	65
三、大豆的浸泡	66
四、磨糊与薄糊	69

五、分离豆渣·····	72
六、煮浆与消泡·····	74
第二节 豆奶的加工·····	76
一、配料·····	77
二、调制·····	86
三、消毒与灭菌·····	93
四、包装·····	100
五、二次灭菌·····	107
六、豆奶的稳定性·····	111
第三节 酸豆奶饮料的加工·····	115
一、发酵菌种的来源及选择·····	116
二、发酵剂的制备·····	119
三、发酵基质制备·····	120
四、发酵管理·····	124
五、后处理·····	126
六、工艺流程·····	127
第四节 速溶豆乳粉的加工·····	128
一、增加豆乳粉速溶性的方法·····	129
二、加工过程·····	134
三、工艺流程·····	135
第五节 大豆蛋白冰淇淋的加工·····	135
一、大豆蛋白冰淇淋的组成与配方·····	136
二、加工过程·····	137
三、工艺流程·····	140
第六节 内酯豆腐的加工·····	140
一、内酯豆腐的优点·····	141
二、加工过程·····	142
三、工艺流程·····	145

第四章 主要加工设备	146
第一节 原料除杂设备	147
一、电磁筛选机	147
二、洗选机	148
第二节 磨糊设备	149
一、砂轮磨	150
二、石磨	151
第三节 豆渣分离设备	153
一、挤浆机	153
二、离心筛	156
第四节 料液输送设备	157
一、离心奶泵	157
二、自吸式卫生泵	159
三、螺杆泵	160
四、齿轮泵	163
第五节 均质设备	164
一、高压均质机	164
二、胶体磨	167
第六节 热交换设备	168
一、贮槽式热交换器	168
二、管式热交换器	171
三、板式换热器	173
第七节 热杀菌设备	174
一、牛奶保温消毒器	174
二、闪蒸杀菌设备	177
三、套管式超高温杀菌设备	178
四、软包装食品的杀菌设备	180

第八节 包装设备	182
一、无菌塑料袋包装机	182
二、全自动液体包装机	185
第五章 卫生管理	186
第一节 厂房建筑的卫生要求	186
一、厂址选择	186
二、建筑布局	187
三、建筑材料	189
四、卫生设施	190
五、车间厂房的消毒	194
第二节 设备的清洁卫生	195
一、材质要求	195
二、设计、加工要求	197
三、清洗	200
四、杀菌	207
五、清洗、杀菌的关键点及效果检验	214
第三节 加强环境卫生管理	218
一、环境污染的途径	218
二、污染的检验及处理	220
三、保持良好的环境	224
第四节 卫生管理制度	228
一、生产人员的健康管理	228
二、卫生教育和个人卫生要求	229
三、卫生制度与卫生检查	230
四、卫生检验管理	233
主要参考文献	235

第一章 绪 论

大豆蛋白食品的生产在我国已有2000多年的历史。公元前174年西汉淮南王作过豆腐的记载；明朝李时珍著的《本草纲目》也提到制豆腐的方法。以大豆为原料的酱与酱油的生产，大约在公元400年就已开始。大豆蛋白的营养价值，早为我国人民所认识，食用大豆食品在国内已极为普遍。

世界的大多数国家，尤其是欧美各国，大量生产和食用大豆蛋白食品只不过是最近几十年的事。但在一些发达国家，虽其历史短，而其发展却是惊人的。美国从40年代起开始生产大豆蛋白食品，1971年就加工成比较完善的人造肉。美国和英国已规定了在学校午餐的肉制品中添加大豆组织蛋白，既为了营养需要，又降低了伙食费用。美国大豆蛋白及其他豆制品，1986年的销售额可达456亿美元。欧洲各国1976年有1.7万吨大豆蛋白加入红肠。西德利用大豆蛋白粉研制成各种儿童乳粉；丹麦在肉制品中添加大豆蛋白粉；日本市场上有大量饮用方便的纸盒豆奶出售。

传统的大豆蛋白食品生产历史虽然悠久，但经历2000多年却无多大变化。而在近几十年内，由于大豆蛋白的营养保健性及其经济性被人们充分认识，也由于现代科学技术在大豆蛋白食品的生产中发挥了作用，创造出了更加适合人们口味的新品种，从而开创了大豆蛋白食品生产的现代化。为了

区别传统的豆制品生产，笔者把近几十年发展起来的大豆蛋白食品称为现代大豆蛋白食品。

所谓现代大豆蛋白食品是指以大豆或脱脂大豆为主要原料，采用现代科学技术和设备大规模生产的含有丰富大豆蛋白的食品。从形态上看，现代大豆蛋白食品多与传统动物蛋白食品相类似，具有明显的仿制品特征，一般是由早已广泛普及的动物性食品仿制而来，这是因为全新的食品较难被大多数人所接受。因而现代大豆蛋白食品不但具有传统动物蛋白食品相似的口味、口感、营养价值和安全性特征，而且在便于贮藏和流通、食用方便、具有保健及预防心血管病等方面又有传统动物蛋白所不具备的特征。例如，豆奶与牛奶相比，主要营养物质的蛋白质、脂肪及糖含量均相似，消化率也基本相同。但豆奶有牛奶所不及的优点，由于它不含胆固醇，可减少因摄食过多胆固醇而引起的疾病；它所含的油脂主要由不饱和脂肪酸组成，具有防止动脉硬化，避免高血压等心血管疾病发生的功效，比起牛奶所含的饱和脂肪酸对人体更有益；它所含的维生素E，可以防止脂肪过氧化，又可增加人体增殖细胞的活性；它所含的卵磷脂为人脑活动必须的营养素，有利于智力发育。因此，越是年长者，越对豆奶表示出好感。其原因一方面是身体对豆奶的需求，另一方面是豆奶比牛奶对身体更有益处。还有用大豆蛋白制造的人造蟹肉，不但色泽、肉质及味道都与真蟹肉无异，而且具有贮存、食用极其方便的优点，日本向美国大量出口这种产品。

开发现代大豆蛋白食品的经济意义是很大的，这是因为用同样面积的土地生产出来的大豆蛋白与动物蛋白相比更为经济，比其他植物蛋白更为合理。例如，据有关资料，

1亩土地用于种草喂牛，从牛肉中只能得到1.73千克蛋白质，可满足77人一天的蛋白质需要量。如种小麦，可得82千克蛋白质，可满足877人一天的蛋白质需要量。而种大豆可得蛋白质227千克，可满足2224人一天的蛋白质需要量。大豆不仅产量高，而且大豆蛋白质质量好。1千克大豆蛋白质分别相当于2千克牛肉或鸡肉，4.5千克瘦猪肉，12千克牛奶所含的蛋白质的营养价值。而以纯蛋白质折算，大豆蛋白质的生产成本只大约等于动物蛋白质的10~20%。因此，大力开发现代大豆蛋白食品，一方面增加了大豆蛋白的附加价值，有效地利用了资源；另一方面对于那些过多地食用动物蛋白的人来说，增加植物性蛋白的食用比例更有利于人体健康，能预防多种疾病，尤其是能预防心脏疾患。发达国家近年来的饮食营养实践证明，增加动物蛋白供应量，过多食用肉、蛋、奶，会造成心血管疾病、肥胖病、癌症、糖尿病等急骤增多，因而人们对于饮食中的动物蛋白越来越引起警惕。

我国人口膳食结构中，蛋白供应明显偏低，成人平均每人每日应摄取的蛋白质总量为60~90克。即按正常体重计算，每人每日每千克体重需1克蛋白质。但是，统计资料表明，我国成人平均每人每日摄取的蛋白质总量仅为50~60克，其中优质蛋白质供应量更小，平均每人每日只有11克左右。而当前我国每人每年平均占有粮食只有325千克左右，我们不可能沿循世界发达国家解决蛋白供应的路子，只能根据国情，充分开发利用植物蛋白资源，走植物蛋白与动物蛋白相结合，调整膳食营养结构的路子。我国大豆资源十分丰富，大力进行现代大豆蛋白食品的生产与宣传，是提高我国人民蛋白食用水平的一个重要途径。

第二章 大豆加工生化基础

大豆蛋白食品是从大豆中提取蛋白加工而成的产品，大豆的结构、成分及其性质与产品质量和加工工艺有着必然的联系，要得到理想的产品，首先必须探索大豆的内部世界。

第一节 大豆成分及营养

一、大豆种子的结构

大豆种子由种皮（豆皮）、子叶和胚组成。

1. 种皮

种皮在籽粒的最外部，约占种子重量的8%。种皮上有一个明显的脐，脐的幼根近端有一个小孔，称为珠孔；在另一侧有一个凹陷的小点，称为会点。珠孔是胚的幼根萌发

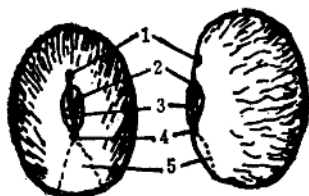


图 2-1 大豆种子示意图

1. 会点 2. 脐 3. 脐结处 4. 珠孔 5. 幼茎透射处

处，也称为发芽孔。珠孔的下端有一个明显的幼茎透射处。见图2-1。

大豆种皮对于整个大豆种子起到保护作用。大豆种皮由以下五层形状不同的细胞组织组成。

(1) 栅状细胞组织：是由一层似栅栏状排列整齐的长条形细胞组成，细胞长约40~60微米，外壁很厚，组成外皮层。其最外层为角质层，有蜡质光泽，其中有一条明线贯穿。决定种皮颜色的各种色素就在栅状细胞内。栅状细胞较坚硬，互相排列紧密，不易透水。如它们排列过分紧密时，水分便无法透过，使大豆种子成为“石豆”或“死豆”。这种豆难以加工，一般只能作饲料使用。

(2) 圆柱状细胞组织：是由两头较宽而中间较窄的细胞组成，长度约30~70微米，细胞间有空隙。在泡豆时，这种细胞膨胀较大。

(3) 海绵组织：是由6~8层薄细胞壁的细胞组成，间隙较大，泡豆时吸水剧烈膨胀。

(4) 糊粉层：是由类似长方形的细胞组成，细胞壁厚，细胞内含有少量蛋白质、脂肪和糖等营养物质。

(5) 胚乳残余物：是由大豆种子中胚乳退化而养料转移到子叶部分后形成的胚乳残余物，紧附在种皮上。

种皮除去糊粉层和胚乳残余物中含有的微小营养成分外，其他部分基本上不溶于水，故在加工中一般首先被除掉。但种皮的透水性优劣直接影响泡豆时间及泡豆质量。

大豆种皮的颜色可分为黄、青、褐、黑及双色五种，以蛋白含量的高低为序，青>双色>黄>黑>褐。但黄豆是我国产量最高的大豆品种，为加工大豆蛋白食品的最好原料。

此外，大豆种脐的颜色也有黑、褐、黄、白等。其色泽深者含脂肪多，色泽浅者含蛋白质较多。既然大豆蛋白食品的加工主要是利用大豆中的蛋白质，故应优先选用白色或黄色种脐的大豆种子。种脐的颜色深对制品也有不良影响。

大豆生长季节和气候条件对蛋白质的积累也有影响，经广泛分析样品得知，夏季大豆的蛋白含量超过春季大豆，南方夏大豆生育期间正值高温多雨，适合于高蛋白的形成，而北方春大豆生育期间气温凉爽少雨，适于高脂肪的形成，所以南方夏大豆蛋白质含量高于东北春大豆，也高于北方夏大豆，而脂肪含量变化恰与蛋白质相反。

2. 子叶

子叶又称豆瓣，约占整个大豆种子重量的90%。子叶由小型的正方形细胞组成表皮，其内部由长条状薄壁细胞构成，为大豆种子的贮存细胞，其长度2~20微米。细胞中心有细胞核，散布在核周围并具有均匀内部构造的球状体颗粒是蛋白体，直径为0.2~0.3微米。其中，贮存物质组成为98%的蛋白质和少量的脂肪与植酸，在这里贮存的蛋白质占大豆蛋白质总量的90%左右。蛋白体从大豆成熟中期就出现在细胞质中，成熟后就保留下来。埋藏在蛋白体间隙的细小颗粒称为圆球体，直径为0.2~0.5微米，内部蓄积着脂肪。在蛋白体和圆球体之间，还有呈溶解状态的糖分及呈小颗粒状态的淀粉。随着成熟度的增加，淀粉粒急剧减少。

3. 胚

胚由胚芽、胚轴、胚根三部分构成，约占整个大豆种子重量的2%。胚是具有活性的幼小植物体，当外界条件适宜时便萌发而开始新的生命周期。

表 2-1 中国大豆蛋白质和脂肪含量

蛋白质含量(%)		脂肪含量(%)		材料来源与份数	作者与年份
平均	变幅	平均	变幅		
39.07	35.33~45.11	19.6	15.20~24.61	辽宁省, 736	吴凤楚等, 1983
43.90 ± 1.18	37.45~48.51	17.93 ± 1.44	11.55~22.40	江苏省, 1217	费家祥等, 1983
42.15 ± 3.19	34.70~50.75			中国20省, 1635	徐豹等, 1984
44.28 ± 3.16	35.78~50.16	17.67 ± 1.54	12.60~23.13	四川省, 233	余礼碧等, 1985
46.25		16.48		湖北省, 412	刘桂梅等, 1985
42.48 ± 1.94	38.7~45.6	18.92 ± 1.37	16.40~22.08	全国, 70	徐豹等, 1988
43.8	37.9~48.0	20.8	18.2~23.2	长江下游, 86	游明安等, 1989
43.54 ± 2.5		17.79 ± 1.75		南方9省, 1654	黄尚琼, 1989

二、大豆种子的一般成分及营养

1. 大豆种子的一般成分

大豆化学组成的特点是蛋白质和脂肪含量多，因此有植物肉之称。由于大豆品种、产地、栽培条件等的差别，蛋白质和脂肪的含量略有不同。一般的大豆，其蛋白质的含量约为42%（见表2-1），脂肪的含量约为18%，碳水化合物的含量约为27%，粗纤维和灰分的含量各为4~5%。

由表2-1可看出，南方大豆蛋白质含量较高，而且高蛋白大豆资源主要集中在长江中下游地区的湖北、江苏（黄尚琼，1989）二省。东北地区的大豆蛋白质含量相对较低，但脂肪含量相对较高。

大豆种子各主要构成部分的组成见表2-2。

表2-2 大豆种子主要构成部分的组成（%）

构成部分	水分	粗蛋白 6.25N	碳水化合物	粗脂肪	灰分	其他
子叶	10.6	43.3	14.6	20.7	4.4	6.4
种皮	12.5	7.0	21.0	0.6	2.8	56.1
胚	12.0	36.9	17.3	10.5	4.1	19.2
全粒	9.0	40	17.0	18	4.6	11.4

(1) 蛋白质：蛋白质是构成生物体的主要化学成分之一，是生命的基础，是人体生长发育所需的第一营养素，在人体干物质中大约占50%。人在生长发育以及每时每刻的新陈代谢中都需要不断的补充蛋白质，蛋白质是构成和修补身体组织所必需的材料。如果人吃的饭菜中蛋白质含量不足，就会使身体发生各种病患，特别是对儿童来说，更会造成发育不良。但是各种食物中蛋白质的组成成分——氨基酸的种

类、数量和比例各不相同，因而对人体的营养价值也不一样。评价食品中蛋白质营养价值有许多方法，这里简述如下几种：

①蛋白质消化率：是指一种食物中的蛋白质可被人体中的消化酶分解的程度。蛋白质消化率愈高，被人体吸收利用的可能性愈大，其营养价值也愈高。食品中蛋白质的消化率可以蛋白质中能被消化吸收的氮的数量与该种蛋白质含氮总量的比值来表示：

$$\text{蛋白质消化率} = \frac{\text{食物中消化吸收氮的量}}{\text{食物中含氮总量}} \times 100\%$$

有许多因素可以影响食品中蛋白质消化率，如一般植物性食品中的蛋白质由于被纤维素所包围，与消化酶接触程度较差，而造成消化率低于动物性食品中的蛋白质的消化率。但植物性食品经过加工，把纤维素破坏、软化或除去后，其中的蛋白质消化率就会适当提高。例如，当大豆整粒食用时，其蛋白质消化率仅为60%左右，如将大豆加工成豆奶或内酯豆腐，其蛋白质消化率可提高到90%以上。

②蛋白质的生物价（biological Value）：是指蛋白质被吸收后在体内被利用的程度。可以食物蛋白质中被人体吸收后在体内储留真正被利用的氮与体内吸收的氮的数量比值来表示。

$$\text{蛋白质生物价} = \frac{\text{氮在体内的储留量}}{\text{氮在体内的吸收量}} \times 100$$

生物价是表示蛋白质营养价值最常用的单位，一般生大豆的蛋白质生物价为57，熟大豆的蛋白质生物价为64，豆奶的蛋白质生物价为80，而鸡蛋的蛋白质生物价为94，牛奶的