

主要油料蛋白的制取和利用

(修订版)

商业部科学技术情报研究所

一九八三年九月

修 订 版 前 言

1981年我所（原粮食部科学技术情报研究所）曾出版发行了《主要油料蛋白的制取和利用》，重点介绍了大豆、花生、菜籽和棉籽蛋白的成分、营养及各种油料蛋白的加工方法。近年来，随着我国油料蛋白开发利用工作的发展，我们不断收到索取有关油料蛋白资料的来信。为了满足生产和科研的需要，我们决定重新编辑发行《主要油料蛋白的加工和利用》修订版。在保留原版精华部分的基础上，增加了“大豆蛋白食品30例”和“葵花蛋白”等有关章节，并对“低温脱溶豆粕的制取”，“菜籽饼粕的去毒方法”等内容作了一些补充。

由于我们水平有限，本资料可能存在一些错误和不足，诚请广大读者指正。

责任编辑 丁纯孝
谢桂芳

目 录

概 述.....	(1)
一、蛋白质的一般知识.....	(2)
二、世界蛋白消费情况.....	(3)
三、发展我国油料蛋白大有可为.....	(5)
第一章 大豆蛋白.....	(5)
一、绪 论.....	(7)
二、大豆的成分.....	(7)
1、大豆的一般成分.....	(7)
2、大豆的抗营养成分.....	(8)
(1) 胰脲酶阻碍因子.....	(8)
(2) 凝血素.....	(8)
(3) 皂角甙.....	(8)
(4) 胃肠产气因素.....	(8)
三、大豆蛋白的结构.....	(9)
四、大豆蛋白的变性.....	(10)
1、豆粕的制造技术与蛋白变性.....	(10)
2、热变性.....	(12)
3、冻结变性.....	(13)
4、溶剂使大豆蛋白变性.....	(13)
5、极端的 P H 值使大豆蛋白变性.....	(13)
6、盐类使大豆蛋白变性.....	(13)
五、介绍几种脱溶工艺.....	(14)
1、低温脱溶的目的意义.....	(14)
2、美国的食用豆粕加工企业.....	(15)
3、己烷过热蒸气脱溶系统.....	(17)
4、“闪蒸”脱溶系统.....	(17)
5、脱溶、烘干、冷却系统.....	(19)
6、D T 型蒸烘机.....	(21)
7、日本采用的低温脱溶设备型式.....	(22)
六、大豆蛋白的加工方法.....	(27)
1、豆粕的成分与标准.....	(27)
2、豆粕的品质与用途.....	(28)
3、大豆蛋白制品的种类及标准.....	(29)
4、粉状、粒状大豆蛋白的生产.....	(32)

5、浓缩大豆蛋白的制取.....	(33)
6、分离大豆蛋白的制取.....	(34)
7、组织状蛋白的生产.....	(37)
8、干燥豆乳的制取.....	(40)
9、纤维状大豆蛋白的制取.....	(41)
七、大豆蛋白在食品中的应用.....	(42)
1、用于面包和面条加工.....	(42)
2、肉制品中添加大豆蛋白.....	(43)
3、颗粒状大豆蛋白在鱼肉制品中的利用.....	(43)
4、早餐食品.....	(43)
5、婴儿食品.....	(43)
6、蛋白饮料.....	(44)
7、利用豆粕加工豆腐.....	(44)
8、其它用途.....	(45)
八、大豆制品豆腥味的产生及其脱除.....	(45)
1、豆腥味产生机理.....	(45)
2、豆腥味的脱除方法.....	(46)
3、除去大豆制品豆腥味的实用方法.....	(47)
4、台湾无豆味豆浆的制造.....	(48)
九、大豆加工食品三十例.....	(49)
1、日本的豆浆.....	(49)
2、全粒豆乳的制法.....	(50)
3、脱脂大豆生产清凉饮料.....	(51)
4、用脱脂大豆制清凉饮料.....	(52)
5、用豆浆制造乳酸饮料.....	(53)
6、美国伊利诺斯州的大豆饮料.....	(53)
7、大豆饮料制法.....	(54)
8、果汁豆乳饮料.....	(54)
9、米糠和大豆粉制饮料.....	(55)
10、豆乳巧克力木斯.....	(55)
11、豆乳果汁冰激淋.....	(56)
12、改良型大豆饮料的制法.....	(56)
13、大豆粉.....	(61)
14、速溶大豆粉的制法.....	(61)
15、大豆蛋白粉.....	(62)
16、豆乳粉的制法.....	(62)
17、起泡性植物蛋白粉.....	(63)
18、脱豆腥味易溶豆乳粉的制法.....	(63)

19、用大豆粉加工甜炼乳·····	(65)
20、豆乳奶酪·····	(66)
21、用豆粕制作人造干酪·····	(67)
22、膨化大豆蛋白食品的制法·····	(69)
23、色香味俱佳的大豆蛋白·····	(70)
24、方便面用油炸豆腐的制法·····	(72)
25、大豆蛋白熏制品的制法·····	(73)
26、植物性熏制品的制法·····	(74)
27、肉片代食品·····	(74)
28、咸肉代食品·····	(75)
29、鸡丁代制品·····	(75)
30、植物性搅打奶油的制法·····	(75)
第二章 花生蛋白 ·····	(76)
一、绪 论·····	(76)
二、花生中的黄曲霉毒素及其他·····	(78)
三、花生蛋白的生产工艺·····	(78)
1、水溶法提取花生油和蛋白工艺·····	(78)
2、用水溶法超滤法提取花生蛋白和油·····	(80)
3、用等电法生产花生蛋白·····	(81)
4、食用花生粉和花生组织蛋白的制法·····	(82)
5、生产优质花生蛋白粉的新方法·····	(82)
四、花生蛋白在食品中的应用·····	(83)
第三章 菜籽蛋白 ·····	(84)
一、菜籽粕的营养成分和有害物质·····	(84)
1、菜籽粕的营养成分·····	(84)
2、菜籽粕的有害物质·····	(85)
二、菜籽粕的去毒方法·····	(86)
1、高温蒸煮脱毒法·····	(86)
2、水煮脱毒法·····	(86)
3、石灰脱毒法·····	(87)
4、坑埋脱毒法·····	(87)
5、F R I—71工艺·····	(88)
6、“发酵中和法”去毒工艺·····	(90)
7、化学添加剂脱毒·····	(90)
8、氨处理·····	(91)
9、酶催化水解·····	(91)
10、水浸出去毒法·····	(92)
11、添加含硫氨基酸·····	(92)

12、盐水分离蛋白质浓缩物·····	(93)
13、乙醇碱溶液扩散抽提·····	(93)
14、甲醇水溶液浸出·····	(93)
15、丙酮浸出·····	(93)
16、酸溶液浸出·····	(93)
17、超滤法生产低植酸菜籽蛋白·····	(93)
三、油菜籽的去皮技术·····	(95)
1、常规去皮技术·····	(95)
2、菜籽粕的旋液分离法·····	(97)
四、菜籽蛋白的功能特性和感官特性·····	(99)
五、菜籽蛋白的应用·····	(100)
1、用菜籽粕生产酱油·····	(100)
2、菜籽粕脱毒废水的综合利用·····	(101)
3、菜籽浓缩蛋白在面包中的应用·····	(103)
第四章 棉籽蛋白 ·····	(103)
一、绪 论·····	(103)
二、普通棉籽的毒性研究·····	(103)
三、去毒制取棉籽蛋白的几种工艺·····	(104)
1、液体旋流加工工艺·····	(104)
2、添加化学药剂去毒工艺·····	(105)
3、用极性溶剂浸出棉酚去毒工艺·····	(106)
四、棉籽蛋白在食品中的应用·····	(106)
五、棉籽凝乳·····	(107)
六、棉籽蛋白面包·····	(107)
第五章 食用葵花籽蛋白的加工和产品 ·····	(108)
一、引 言·····	(108)
二、研究概况·····	(109)
三、研制结果·····	(110)
1、加工工艺·····	(110)
2、脱壳·····	(111)
3、提油·····	(111)
4、绿原酸浸出·····	(119)
5、制品·····	(121)
四、生化性质·····	(122)
五、感官品尝性质·····	(123)
六、功能性质·····	(124)
七、结束语·····	(125)

概 述

一、蛋白质的一般常识

维持人体生命有七大营养素：蛋白质、脂肪、糖类（碳水化合物）、无机盐、维生素、水和氧气。这七大营养素又可大体分成三类：一类是可塑性物质，包括蛋白质和无机盐；第二类是能量物质，包括脂肪、糖类；第三类是催化剂，包括维生素、氧气等。其中，蛋白质是最重要的，是生命的基础。正如恩格斯所说：“没有蛋白质就谈不到生命”，“生命的基本特征就是蛋白质的化学成分经常地自我更新。”

通过化学分析，我们知道蛋白质是数百种氨基酸中的若干种按一定的排列顺序通过肽键相连而形成的多肽链大分子化合物。蛋白质的化学性质主要由氨基酸的组成、氨基酸的连接方式、氨基酸的排列顺序及肽键数目所决定。人体吸收蛋白质的过程是一种复杂的化学变化过程，首先蛋白质在人体内通过各种酶的作用被分解为各种氨基酸，分解后的游离氨基酸又根据人体各部分的需要，按一定配比重重新组合，组成人体蛋白，补充到身体各部分。人能够在体内把矿物氮合成自身需要的大部分氨基酸，但有八种氨基酸人自身不能合成，必须从食物中直接摄取，这八种称为必需氨基酸，它们是：赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸和半胱氨酸（含硫氨基酸）、苯丙氨酸和酪氨酸（芳香氨基酸）、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸。人体是以最少的一种氨基酸为基础，按比例吸收利用各种氨基酸组织人体蛋白的。因此，这八种必需氨基酸中只要有一种含量不足就会影响其他氨基酸的吸收利用。而不能被吸收利用的氨基酸只能作为能源供应人体的热量消耗。从生物学价值看这些氨基酸是被浪费掉了。人体缺乏蛋白质会导致人体抗疾病能力下降和记忆力衰退；饮食中蛋白长期不足，会使成年人看上去象病人，出现早衰，大大缩短人的寿命。蛋白缺乏症在对蛋白需求特别多的儿童身上表现更为明显，严重的会使儿童死亡率增高（据统计，每年世界上约有五百万儿童因此而死亡），一般的会使儿童的智力迟钝、学习和接受能力差、身体发育不良。

衡量某种食品蛋白质的营养价值，主要是看这种食品蛋白质所含的八种必需氨基酸是否平衡，是否适合于人体的需要。一般说，动物蛋白含有的必需氨基酸比较平衡（其中以鸡蛋的蛋青为最佳），被称作“全价蛋白”，而植物蛋白往往有四种必需氨基酸含量不足：赖氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、色氨酸。赖氨酸不足是谷物蛋白的特征（油料蛋白含赖氨酸较多）；蛋氨酸不足是油料蛋白的特征。例如：小麦蛋白主要是赖氨酸和苏氨酸不足；玉米蛋白主要是色氨酸、赖氨酸不足；棉籽蛋白主要是蛋氨酸不足；花生蛋白主要是蛋氨酸和赖氨酸不足。大豆蛋白除蛋氨酸和半胱氨酸含量比联合国粮农组织的推荐值稍低外（推荐值蛋氨酸为2.2，半胱氨酸为2.0；大豆蛋白含蛋氨酸1.3，半胱氨酸为1.2—1.6），其他氨基酸含量均不低于推荐值，即大豆蛋白的氨基酸组成基本是平衡的，接近于全价蛋白，是稍次于动物蛋白的理想食品蛋白之一。其他油料蛋白，如棉籽、菜籽、向日葵等虽然氨基酸平衡比谷物蛋白好，但由于需脱毒制取或因加工成本较

高，因而竞争能力均不及大豆。

表1 人对氨基酸的需求及理想蛋白氨基酸的组成

氨基酸名称	蛋白中的氨基酸含量				人体对氨基酸的需求			
	联合国粮农组织的推荐	蛋	人 奶	牛 奶	青 年	儿 童	女成人	男成人
组 氨 酸	—	—	2.2	2.7	2.4	—	—	—
赖 氨 酸	4.2	6.6	6.6	7.9	7.7	10.7	5.1	5.1
亮 氨 酸	4.8	8.8	9.1	10.0	10.0	8.0	6.1	7.0
异亮氨酸	4.2	6.6	5.5	6.5	6.8	5.3	4.6	4.5
蛋 氨 酸	2.2	3.1	2.3	2.5	4.8	—	3.5	1.3
半胱氨酸	2.0	2.3	2.0	0.9	—	—	2.1	5.1
含硫氨基酸	4.2	5.4	4.3	3.4	6.2	4.8	5.6	6.4
苯丙氨酸	2.8	5.8	4.4	4.9	6.6	4.8	2.2	1.9
酪 氨 酸	2.8	5.0	5.5	5.1	—	—	9.1	7.0
芳香氨基酸	5.6	10.8	9.9	10.1	—	—	11.3	8.9
苏 氨 酸	2.8	5.0	4.5	4.7	4.4	6.1	3.0	3.2
色 氨 酸	1.4	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
缬 氨 酸	4.2	7.4	6.3	7.0	6.7	5.9	6.6	5.2

二、世界蛋白消费情况

根据联合国粮农组织的资料，由于世界粮食的增长率低于人口的增长，因此世界粮食的短缺越来越严重。这种情况在亚洲、非洲、拉丁美洲等广大发展中国家显得尤其突出。十年以前，发展中国家的人口增长率为2.30%，现已上升为2.36%，而世界粮食的增长率1965—1977年平均计算不足2%，1977年仅达1.5%。因此，目前世界上近15%的居民食品数量不足， $\frac{1}{3}$ 的居民蛋白摄入量不足，其中有四亿六千万人（有40%是儿童）严重缺乏蛋白质。即使发达国家也有三千万贫苦居民营养不良。在有些拉丁美洲国家50%的儿童因直接或间接营养不良而夭折。据联合国粮农组织预测，到1985年还会有七亿人严重缺乏营养。

据粮农组织推荐值，每人每天蛋白的平均需要量在70—75克之间。按这个数字推算，全世界蛋白年需要量在九千万到一亿二千万吨间，而今天的实际供应量只有七、八千万吨。也就是说世界蛋白质的年短缺量为二、三千万吨。从世界各地消费蛋白质的情况看，大体可分三种：一种是水平高于80克的，如西欧、北美等地区，人口大约十二亿左右；第二种是中等水平的，日平均消费量在80—70克之间，如日本等国；第三种是低水平的，日平均消费量在60克上下，主要是广大发展中国家。按平均日消费量计算，发达国家1961—1963年为85.5克，1975年上升到89.4克，发展中国家1961—1963年为54.8

克, 1975年达到了61.3克。

为了解决蛋白不足的问题, 有的也为了市场竞争和获取高额利润的需要, 世界各国除致力于发展农业和畜牧业外, 还尽力把最新科学技术应用到新的蛋白资源的开发和利用上, 其中包括:

研究和生产酵母蛋白、甲醇蛋白、藻类蛋白及其他菌体蛋白等;

生产营养强化食品(或称营养增补食品)。即采取在食品中补充所缺氨基酸的办法。例如在小麦蛋白中添加0.3—0.4%的赖氨酸, 在玉米蛋白中添加0.4%的赖氨酸和0.7%的色氨酸可以使它们的营养价值提高两倍;

生产配合食品。即把氨基酸成分能互补的蛋白食品原料搭配混合在一起, 生产出近似全价蛋白的食品。例如在小麦蛋白或玉米蛋白中掺加一定量的大豆蛋白或奶类蛋白即可以大大提高其蛋白质的效价;

大力培育推广和发展那些蛋白含量高、营养价值丰富的新的农牧业产品的品种和数量;

采取积极措施, 在农业生产中尽量扩大蛋白含量高、养活人口多的农作物的种植面积。据美国资料介绍: 种牧草每公顷土地生产的牛肉只能供给一个人77天的蛋白需求; 种小麦每公顷土地的收获能供一个人877天的蛋白需求; 而种大豆每公顷土地的收获却能供一个人2224天的蛋白需求;

改变那种对蛋白资源的利用极不合理或浪费极大的传统使用方式, 使之成为人类的消费发挥更大的效益。例如大豆、花生等油料饼粕过去只当饲料或做肥料, 现在越来越多地采用先进的科学方法直接加工成供人类食用的蛋白食品;

科学合理地加工粮食(主要是谷物)及食品, 减少加工生产过程中的营养损失。

在上述各条中, 油料蛋白的生产和利用越来越受到各国厂商、公司和政府的重视。据统计, 油料蛋白的生产量占世界蛋白生产量的15.8%, 比各种动物蛋白的总产量还要高。在油料植物蛋白中从1961年到1976年的15年中增长速度最快的是大豆、油菜籽和向日葵。在1972年到1976年的4年中, 大豆蛋白占油料蛋白总量的59.36%。

目前, 对油料蛋白的研究和利用, 不论从基础研究和应用方面, 还是从生产及消费的数量方面美国和日本都是较先进的国家。以大豆蛋白为例, 美国从52年开始研究, 1960年投产, 当时年产大豆食品仅6万多吨, 1974年就达到了32万吨, 1980年将超过110万吨, 大约每年以25%的速度递增。日本从1968年开始生产, 经过十多年的努力, 大豆蛋白食品的品种和数量也有所增长, 但数量不是很大。

三、发展我国油料蛋白大有可为

我国对植物蛋白的开发利用工作, 早在五十年代就开始了, 由于各方面条件所限, 一直没有在全国范围内大规模展开。党的十一届三中全会以来, 我国的农业生产有了很大发展, 开发利用蛋白资源的重要意义也逐渐被人们所认识。但是蛋白摄入量低的状况并没有根本改变。

近年来, 由于各级领导的重视, 有关科研单位和大专院校以及生产企业都积极开展了科学研究和试生产, 并在短时间内取得了一些可喜的成果, 为市场和食品工业增添了

一批新产品，为开发利用我国的油料蛋白资源开辟了新的道路。据统计目前我国生产植物蛋白的工厂有600多家，挤压膨化机2000多台。仅商业部系统统计，1982年植物蛋白产量已达六万五千吨。生产的主要品种有组织蛋白、浓缩蛋白、分离蛋白、蛋白粉等。在植物蛋白的应用方面，各地除了发掘传统的加工工艺外，还研试出许多新的工艺。将这些植物蛋白添加到肉制品、面包、糖果、点心、饮料等食品中，生产出具有各种营养、各种用途的强化食品，既丰富了城乡市场，又适应了婴幼儿、老年人和广大群众的不同需要。目前有些企业已经形成了一定的生产规模。

在植物蛋白的生产工艺和机械设备的研制方面也取得一些新的成果，如利用脱脂大豆生产大豆组织蛋白新工艺；水溶法提取花生蛋白新工艺，以及对大豆组织蛋白质量和营养效果的研究等。在机械设备方面也有了一些新的成果，如原料精选研磨设备，搅拌混和设备，分离设备，干燥设备、挤压膨化设备以及成套豆腐生产机械等。这些新工艺、新设备的研制成功，为我国植物蛋白资源的进一步开发利用，创造了有利条件。

通过近年来的科研生产实践，特别是通过科研和生产的紧密结合，初步形成了一支科研、技术队伍，培养了一批有技能的工人队伍。

脱脂蛋白通过综合利用和合理加工，不仅为人们提供了必不可少的蛋白质，而且还大大提高了资源本身的经济价值，经济效益比较显著。如山东省烟台地区利用水溶法提取花生蛋白，一个年加工两千五百吨花生仁的中试车间，可生产品质优良的花生蛋白粉六百吨，实现利润五十多万元，与过去的机榨法相比，增加利润十倍。辽宁省大连油脂工业总厂，新建一个以脱脂大豆为原料，年产九百吨大豆组织蛋白的中试车间，一年可创利润二十七万元，一年半到两年时间即可收回全部投资。

由于我国对植物蛋白的开发利用起步较晚，各方面都还存在着一定的问题。如有些地区和部门对开发利用植物蛋白资源的重要意义认识不足，缺乏统一规划，地区之间的发展不够平衡。科研技术力量分散，工艺技术落后，设备不配套，某些关键技术和设备还没有很好解决，产品质量差，品种少，有的不符合卫生要求等。这些问题都还需要进一步采取措施加以解决。

蛋白质是人类生命活动最基本的物质之一。人们饮食中蛋白质的来源，一是动物蛋白，一是植物蛋白。近年来，由于贯彻落实了党对农村的各项方针政策，农业连年丰收，饲养业迅速发展，虽然使我国人民的营养状况有了相当程度的改善，但是蛋白质不足和质量不高的状况还没有根本改变。从目前情况看，我国人民平均每天蛋白的摄取量比标准低百分之十到十五。因此，开发食物蛋白资源，提高人民群众的蛋白质消费量是当前一项十分紧迫的任务。

解决我国人民蛋白质不足的根本办法，是要走出一条以发展植物蛋白为主、同时适当发展动物蛋白的道路。这是适合我国国情的一种解决吃饭问题的发展战略。因此，必须把开发利用植物蛋白资源和发展植物蛋白食品的生产，提高到发展战略的高度来认识。争取在本世纪末达到小康水平的时候，使我国人民对蛋白质的摄取量达到营养标准的要求。

当前开发利用植物蛋白资源，主要是各种油料的脱脂蛋白。小麦、玉米的胚芽等粮谷蛋白也不能放松。还要发展各种食用菌，扩大蛋白质资源。其中，首先是要把大豆、

花生蛋白充分利用起来，供人们食用，菜籽和棉籽蛋白去毒的研究，已经取得了成果，作为第一步可以用作饲料，发展动物蛋白。

发展植物蛋白食品的重点是大众化的方便食品、儿童食品、老年食品及蛋白饮料。大力发展传统食品，巩固提高现有食品，积极发展新的品种。并结合我国传统食品的工艺，进行多次加工，积极扩大植物蛋白的应用范围。

目前我国开发利用植物蛋白资源在科研、生产技术等方面都比较薄弱。因此，进一步加强科学研究，搞好技术开发，大力推广科研成果是当前搞好植物蛋白开发利用的一项重要措施。各级科委要把开发利用植物蛋白资源的重要科研项目列入长远科研规划。对一些重大课题要打破行业界限、部门界限，集中各方面的力量，组织好技术攻关。对一些比较成熟的科研成果，要积极组织推广应用。围绕着原料开展基础理论和应用技术的研究以及技术开发。在重点原料产地，要象黑龙江省那样进行从培育良种开始，组织原料、加工、市场“一条龙”的研究。并针对当地的主要原料和技术特长，建立技术开发中心和检测中心。

积极研制新的机械设备，搞好配套，是加速我国植物蛋白开发利用的一个关键问题。因此，要加强开发利用植物蛋白所需机械设备的研究，根据需要研制一批设计先进，质量高，性能好的设备，逐步配套。为了争取时间，提高自己的机械制造水平，可从国外引进一些关键设备和样机。根据我国的实际情况，组织消化改造。对现在使用的机械设备，要在提高原料利用率，提高产品质量，节约能源和卫生安全，操作安全方面加以提高。

提高产品质量，讲究食品卫生，是打开我国植物蛋白销路的重要途径。要从整顿企业入手，建立全面的质量管理制度，从原料抓起，把提取、加工到制成品，环环扣紧，严格把好质量关。各生产单位在推行全面质量管理中，要在产品的形态、风味、包装等方面多下功夫，增加花色品种，做到适销对路。在国家没有制订统一的标准之前，各主管部门要制订“食用脱脂大豆企业标准”和“大豆组织蛋白企业标准”，作为暂行质量标准，严格执行。要大力加强食品卫生管理，建立企业食品质量检验和卫生检测机构，严格按照食品卫生管理法进行生产，保障人民身体健康。

目前在科研和生产上，存在的主要问题是，管理分散和盲目发展。为了改善这种状况，建议成立一个全国性的协调组织。负责搞好组织协调，计划协调和技术协调工作，促进植物蛋白工业健康发展。

第一章 大豆蛋白

一、绪 论

大豆原产于我国，至今已有五千年的栽培历史，一千多年前传到日本等远东邻国，成为东方各民族的重要蛋白资源和油脂资源。大豆移植美国大约半个世纪左右，但发展很快，现已成为世界最大的大豆生产国。1925年美国大豆的产量只有十三万三千吨，

1977年生产大豆四千五百八十万吨，1979年产量猛增到六千一百七十八万九千吨。1981年美国大豆产量占世界大豆产量8600万吨的63%。巴西近年来大量发展大豆生产，已超过中国。阿根廷发展也很快。高产的国家如美国、加拿大、巴西、墨西哥，亚洲国家虽有悠久的栽培历史，但单产不高。

从出口情况来看，美国也占世界之首位。1977年美国出口大豆一千三百六十万吨，出口大豆粕四百一十万吨，出口大豆油四百万零八千吨，1979年出口大豆已达三千零七十万吨，约占总产量的48%。1981年出口量占世界总出口量的88%。

为了增加食品的营养价值，美国把植物蛋白添加到许多食品里。据美国农业部的调查：仅十六种食品就添加蛋白四百万吨，其中一百四十万吨是用大豆蛋白代替。

日本与美国一样，近年来大力发展大豆蛋白生产。原有24家公司生产食用大豆粉、浓缩蛋白、分离蛋白，其生产量是20—30万吨食品。现在，日本生产添加有大豆蛋白营养制品的公司还在不断增加。

目前，大豆蛋白用于食品，主要有三种制品：脱脂大豆粉、浓缩大豆蛋白、分离大豆蛋白。

美国最先生产分离蛋白是在1960—1961年，而日本是在1965—1967年。

1970年美国开始生产组织状蛋白（仿肉制品），1971年美国决定在学校里的食品中加入大豆蛋白。

粉状、粒状、浓缩、分离大豆蛋白在美国、日本及其他发达国家越来越多地被应用于各种各样的食品中。这些蛋白的功能特性（水溶性、粘性、吸湿性、发泡能力等）使它们能够被使用到肉食品、饮料、面包制品、点心制品、奶制品、人造奶油及甜食中的发泡剂及其他食品生产中去。

据计算，1980年在美国和日本有150种食品中添加大豆蛋白。

组织状大豆蛋白越来越广泛地在肉制品的添加料和副料上得到发展。人们把它们添加进像碎牛肉、羊肉、猪肉这样的碎肉里。

分离大豆蛋白主要用作各种灌肠、香肠、压缩食品和火腿、罐头等的添加品。

美国和日本的面包工业对大豆蛋白的需要主要是用在生产高生物学价值的面包类和点心类产品上。在面包烤制行业脱脂豆粉的应用得到了特别大的发展，把它添加进面包里以改善面包的营养价值。在美国，加工小麦粉面包和甜面包时通常加入1—3%的豆粉，这样可以改善面包瓤的弹性，并使其在保存期间保持良好的品质，延长保存期。

大豆蛋白也被广泛应用于发泡奶乳、木斯（用果品或奶品打成的泡沫状甜食）、饼干及速冻肉、鱼盘菜的生产。

据统计，目前世界上生产的含有大豆蛋白的食品已超过12670余种。

在日本大豆蛋白产品是生产酸奶品（奶、酸凝乳、奶油、干酪及其他）的主要原料，并且被广泛应用于日本风味菜里。

大豆蛋白产品在人类食品中应用这样广泛除大豆蛋白价格低、易制取、机能性质好外，营养价值高是个重要因素。

表2 几种大豆蛋白产品的化学组成

成份%	脱脂大豆粉	浓缩大豆蛋白	分离大豆蛋白
蛋白质	56.0	72.0	96.0
类脂物	1.0	1.0	0.1
纤维	3.5	3.5	0.1
灰分	6.0	5.0	3.5
水溶性碳水化合物	14.0	2.5	0
非水溶性碳水化合物	14.5	15.0	0.3

表3 大豆蛋白的必需氨基酸组成

必需氨基酸	脱脂大豆粉	浓缩大豆蛋白	分离大豆蛋白
异亮氨酸	4.6	4.9	4.8
亮氨酸	2.7	8.0	7.8
赖氨酸	6.2	6.2	6.0
蛋氨酸	1.3	1.3	1.0
半胱氨酸	1.2	1.6	1.0
苯丙氨酸	5.3	5.3	5.5
苏氨酸	4.2	4.3	3.7
色氨酸	1.4	1.4	1.3
缬氨酸	4.9	5.0	4.8

二、大豆的成分

1、大豆的一般成分

大豆含外壳约8%，皮2%，仁90%，全大豆成分见表4，豆仁的 $\frac{2}{3}$ 为油与蛋白质，只有极少量的淀粉质。

油脂存在于无数的球状体中（直径为0.2—0.3 μ ），而蛋白质存在于较大的贮存细胞中（2—20 μ ），称为蛋白体或糊粉粒，蛋白体的98%为蛋白质和少量的脂肪及植酸。

表4

	水分	粗蛋白 (N $\times$ 6.25)	碳水化合物	粗脂肪	灰分
	(5—19)	(36—50)	(14—24)	(13—24)	(3—6)
全粒					
子叶	10.6	43.3	14.6	20.7	4.4
种皮	12.5	7.0	21.0	0.6	2.8
胚	12.0	36.9	17.3	10.5	4.1
全粒均值	9	40	17	18	4.6

在大豆蛋白质中，60%以上是球朊，谷朊、白朊是少量的。未变性的大豆蛋白90%左右可以用水抽提，抽提的蛋白质在其等电点时（PH值4.2—4.8）可以沉淀析出，称为酸沉淀蛋白或球蛋白。

大豆的脂肪70%以上是不饱和脂肪酸，在常温下呈液态。饱和脂肪酸主要是C₁₈酸，约占10—24%。

大豆含有的碳水化合物主要有蔗糖、水苏糖、棉籽糖及糊精、淀粉。其中除蔗糖、糊精淀粉之外，其他成分均不易被人体消化吸收。

大豆含有的纤维素、灰分总量不过5%左右，其溶液反应为碱性，大豆属碱性食品。

大豆含有的微量元素有矿物质、维生素等。其中钾的含量最大，其次是磷、镁、钙。含有的维生素有：B₁（量最大）、B₂、A、C等。

大豆除含有上述成分外，还含有一些抗营养物质。

2、大豆的抗营养成分

（1）胰朊酶阻碍因子

大豆中含有的一种叫做胰朊酶阻碍因子的毒物是在1944年发现的，一年以后制取结晶体成功。

经试验证实，这种毒物阻碍作用的机理已经清楚。但这种试验只是在试管中进行的，没有做动物试验，所以对生物体来说是否如此尚不清楚。其毒性能引起胰脏肥大。在食品加工上这种物质的毒性不甚重要，因为湿热加工能使胰朊酶阻碍因子受到破坏。

（2）凝血素

大豆中含有的凝血素于1951年被发现。其有凝固红血球的作用，这是试管试验得出的结论。从该物质在蛋白分解酶作用下容易丧失活性这一点来看，在人体消化作用下，可能会丧失活性。即使有一部分残存，也不能被肠壁吸收。凝血素和胰朊酶阻碍因子一样在湿热加工时容易被破坏。

（3）皂角甙

皂角甙是类谷醇或三萜系化合物低聚糖的总称，在植物中分布很广。大豆中皂角甙含量2%，脱脂豆粕中皂角甙含量约0.6%。由于皂角甙具有起泡性、溶血性和鱼毒性等性质，所以皂角甙一般都被看作抗营养成分。在试管内的试验发现皂角甙对红血球显示出溶血作用。可是动物试验未发现皂角甙被胃和小肠吸收。在血液中也未检出。

近年来，日本一些研究人员对皂角甙进行了深入研究，对其抗炎症效果，抗溃疡效果以及抗过敏效果有了新的认识，尤其是关于大豆皂角甙对脂肪有代谢效果，抑制由于过氧化脂质引起的轻度肝功能障碍等作用的新观点，引人瞩目。某些研究人员认为应该从食品营养学的角度重新评价以大豆为中心的皂角甙。

（4）肠胃产气因素

食用大豆会引起肠胃产气。在脱脂豆粉中，肠胃产气因素较多；如豆粉加工成浓缩物和分离物，则逐步减少。分离物和酪蛋白钠看来能抑制肠胃产气。肠胃产气的因素集中在制取浓缩物时获得的能溶于80%的乙醇的组分中和制取蛋白质浓缩物时那部分乳清固体组分中。

肠胃产气是低分子量的——密三糖（棉子糖）和水苏（四）糖的发酵引起的，这是因为人体消化道中不产生 α -半乳糖苷酶，所以这些糖不能被消化吸收。

也有人指出，因摄取组织状大豆粉而产生气体，但缺乏定量的数据。如要弄清楚肠胃产气的问题是不是妨碍这类产品的推广使用，需要以组织化材料的实际消费水平为基础作进一步的研究。用浓缩物代替豆粉是解决肠胃产气的一个办法，虽然这样要提高生产成本。

总之，大豆含有的抗营养成分在提取油和加工大豆蛋白制品时一部分被清除掉了，残留在蛋白中的部分也因湿热加工而使其丧失了活性。因而，不必担心抗营养因子对人体的危害。

三、大豆蛋白的结构

大豆蛋白分子的立体结构，是由近二十种氨基酸依一定的顺序相联系而形成的一个很长的多肽链。根据构成主链的氨基酸种类，不同的氨基酸残基侧链象树枝一样突出出来，这些氨基酸的种类及其连结方法就称为大豆蛋白分子的一级结构。在这些多肽链中，有一部分是不规则地折叠着，有一部分是借助于肽键中的氢键结合而有规则地折叠着，形成螺旋结构及 β 结构，这种螺旋结构和 β 结构就称为大豆蛋白分子的二级结构。从主链中突出出来的侧链，按照侧链的种类在侧链之间也有结合，由这种侧链间的结合而形成的结构，就称为大豆蛋白的三级结构。另外，从模式上所看到的蛋白质立体结构，一般认为是以亲水性氨基酸残基侧链的空壳所覆盖的。分子量很大的蛋白质就是集合了这样的构成单位而形成一个大豆蛋白分子。这种构成单位的结构就称为大豆蛋白分子的四级结构。

用超速离心法对大豆蛋白进行分离，可分成2S、7S、11S、15S四个部分。从免疫学的角度，又可以分为大豆球蛋白（glycinin）、 α ——伴大豆球蛋白、 β ——伴大豆蛋白、 γ ——伴大豆球蛋白四个部分。

大豆蛋白的主要部分是7S（ β ——伴大豆球蛋白）和11S（大豆球蛋白），约占球蛋白总量的70%，约有80%的蛋白质分子量在10万以上。

2S部分占蛋白质总量的22%，它含有低分子蛋白质：几种胰酶抑制剂，细胞色素C，尿素酶和二种局部检定球蛋白。

7S部分占总蛋白质的37%左右，含有： β ——淀粉酶、血球凝聚素、油脂氧化酶和7S球蛋白。7S球蛋白有 β ——伴大豆球蛋白和 γ ——伴大豆球蛋白， β ——伴大豆球蛋白在较低的离子强度下能可逆性地缔合成9S的二聚体。

7S球蛋白的分子量大约是18万，由9个平均分子量约为2万的构成单位所构成，各个构成单位分别由一条多肽链形成。它的二级结构与11S球蛋白几乎没有什么大区别。在三级结构中，一个分子只有3个色氨酸残基侧链，全部处于分子表面，35个酪氨酸残基侧链几乎全部处于分子内部的疏水区域，4个胱氨酸残基侧链中每2个结合在一块，形成—S·S—结合。

11S部分占总蛋白量的31%，这一部分到目前为止只发现一个11S球朊。它的一个分子量大约是36万，由3个羧基构成单位和3个氨基构成单位构成。在全部构成单位中，

全部多肽链的5%是 α ——单环结构,35%是 β 结构,其余60%则是折入到里面的不规则形状。在三级结构的一个分子中,有86个酪氨酸残基侧链和23个色氨酸残基侧链,其中有34—37个酪氨酸,10个色氨酸处于分子立体结构的表面,其余的则处于分子内部的疏水区域。另外,在一个分子中大约有44个胱氨酸残基侧链,其中一部分以一SH基形存在,一部分以一S·S—形式存在。

7S和11S在氨基酸组成上没有大的区别,只是7S球蛋白中所含的色氨酸、蛋氨酸和胱氨酸比11S球蛋白的含量要稍少一些,但赖氨酸则比11S球蛋白中的含量要多一些。因此,可以说7S球蛋白更能代表大豆蛋白的氨基酸组成。在这二者之间关键性的差别是在含糖量上。7S的含糖量约为5%,而11S的含糖量仅0.8%,且7S球蛋白中所含的糖是与蛋白质相结合的糖蛋白。解离聚合反应对于7S球蛋白来说是可逆的,但对11S球蛋白来说不可逆的因素则较强。

15S成分的区分占蛋白质总量的11%,它不像是唯一的一种成分,而是由多种成分构成的。在酸沉淀、透析间的沉淀时,15S成分首先沉淀,同时,11S成分沉淀时也发生共沉。15S成分经变性处理和11S成分同样发生裂解。

这一部分仍在研究中,有人认为是11S的多聚体。

上述这些大豆球蛋白,在含有一SH基的11S中,—SH基不活泼。11S和7S也可以用改变离子强度和调整PH值的方法进行解离聚合反应。如果使用尿素等变性剂的话,各构成单位就会解离开而且不可能再还原。经过这样处理变性的大豆蛋白,其立体结构即被破坏,各分子的反应性也会发生变化。因此,在加工食品过程中我们可以根据加工目的需要,巧妙利用这些性质。

四、大豆蛋白的变性

如前所述,各种蛋白质分子都有自己特定的空间构型,若蛋白质变性时,蛋白质固有的空间结构就受到破坏,改变了原来的空间构型,这就是蛋白质变性的机理。

1. 豆粕的制造技术与蛋白变性

脱脂大豆从大的方面可分为饲料用和食用两种。

饲料用豆粕主要用作猪和鸡的浓缩饲料的原料,豆粕是饲料效率高,优秀、廉价的蛋白资源。

食用豆粕可加工调味料、酿造及一般食品,其中酿造用,用豆粕取代大豆制豆酱和酱油,在食品方面,可通过热水浸出得到豆乳,然后加工成豆腐。此外豆粕还可用来加工水产炼制品,鱼肉香肠、畜肉加工品,冰激淋及糕点原料等。由于食品的种类不同,对大豆粕的保水性、粘着性、起泡性、乳化性的要求也不尽相同。

脱脂大豆的性状受蛋白质的性状变化所左右,在豆粕的生产过程中,蛋白质的性状变化取决于热变性的程度。例如,高温加热,变性度高时,蛋白质的水溶性降低,保水性、粘结性、起泡性等特性消失。豆粕的性状因豆粕中蛋白质的变性程度不同而异。作为食品加工原料,脱脂大豆的用途有赖于低变性大豆粉的制造技术的开发。

豆粕是大豆制油后的副产品,在脱脂工艺中因处理的方法和程度的不同,得到的豆粕的性状也存在差异。豆粕的性状与蛋白质的变性程度关系颇深,在脱脂过程中,大豆

蛋白质的变性主要是热变性，利用溶剂浸出时会产生溶剂变性。

大豆蛋白质的变性与其它蛋白质变性一样，通过大豆蛋白质的特性，从现象上加以确认，不一定在物理、化学上完全搞清楚。可是原则上在大豆油浸出工程中，使用正己烷等疏水性的低沸点有机溶媒，注意在整个加工工艺中，加热温度不要超过60℃，这样就能够保证在脱脂过程中大豆蛋白不会发生变性。

大豆油的加工方法包括压榨法和溶剂浸出法两种方法，压榨法又包括普通压榨法和螺旋压榨法。螺旋压榨机是在水平放置的圆筒内，内接螺旋，通过旋转，在把压扁大豆送往前端的同时，压榨出油。这种方法可以连续得到油与豆粕，可是在榨油过程中，因摩擦发热，常常使大豆产生热变性，无论采用哪种压榨方法，都很难把油完全除掉，一般豆粕中残存5~10%的油，这样在贮藏中容易发生油脂变质。

而且在压榨法中，为了提高出油率，往往对原料大豆预热，压扁，而在榨油过程中，使用蒸气加热，以降低油的粘度，便于流出。鲜蒸汽直接作用于大豆会使蛋白质发生很大的热变性。表5是利用各种压榨法榨油时各种脱脂大豆的含油量与水溶性蛋白质比率。残存水溶性蛋白质对全蛋白质的比率是蛋白变性度指标。除了轻压榨以外，水溶性蛋白质的比率都在30%以下，变性度很大，不适合加工食品。

表5 各种压榨豆粕的含油量与水溶性蛋白质

采油法	含油量	水溶性蛋白质*
原料大豆	19.6 (%)	70.0 (%)
轻压榨	12.4	54.4
	8.2	25.1
	9.9	20.3
	6.9	19.0
连续压榨机	9.4	30.4
连续压榨机(2次)	5.6	26.3
挥发油浸出	0.5	5.8
• 对全蛋白质。		

溶剂浸出法是使用溶剂从压扁大豆中浸出油脂的方法，变性程度因溶剂不同存在差异。这是由于溶剂本身的影响力和脱脂结束后，脱溶剂时豆粕所受到的加热程度受溶剂性质影响不同所致。一般说来，以石油系溶剂为主的疏水性极强的有机溶剂使大豆的变性力量非常弱，即使是高温处理，蛋白质也几乎不发生变性。与此相反，乙醇类亲水性强的有机溶剂使蛋白的变性力强，另外水的变性力很强，在高温中，蛋白质大部分变性。

通常制造豆粕时使用疏水性强的正己烷有机溶液。以前使用石油汽油，可是由于石油汽油不是单一物质，含有高沸点成分，需要用热水蒸汽除去溶剂。因此得到的豆粕变性程度大，只能作为酱油原料或谷氨酸钠原料使用。正己烷是沸点为68—70℃的低沸点、纯度高的疏水性溶剂，脱溶时间短、温度低，因而蛋白变性低。