

大豆蛋白食品与工艺

(美)W·J沃尔夫 J·C科恩 著

郑 州 粮 食 学 院

一 九 八 二 年 八 月

内 容 简 介

《大豆蛋白食品与工艺》是一本文献资料综述，全书介绍了美国大豆发展概况，特别是对大豆油脂浸出，油脂精炼，食用大豆油脂加工，大豆粕粉制备，大豆蛋白质的物理和化学特性、营养作用、提取和加工方法，以及蛋白制品代替奶粉用于食品、糕点、糖果的功能特性，也作了系统地介绍。书中还就美国大豆蛋白食品制造和应用，以及大豆品种选育、种植范围、种子贮存、贸易出口、法律规定、组织机构等，也都作了说明。这本书可供植物油料加工、植物蛋白生产，食品加工、农业科技人员和有关院校师生参考。

S o y b e a n s a s a F o o d S o u r c e

Revised edition

Authors

W. J. Wolf

J. C. Cowan

译者的话

“大豆蛋白食品与工艺”是根据美国一九七五年出版的“Soybeans as a Food Source”一书译成的。中文书名，是根据书中主要内容而定。本书的两位作者都是美国农业部皮奥利亚研究中心，油料作物研究室，从事油料加工应用研究的专家。W·J沃尔夫博士，领导粕粉加工应用研究，发表了有关大豆蛋白方面的论文五十多篇；J·C 科恩博士，自一九四〇——一九七三年，一直在该研究机构从事研究工作，发表了有关大豆油脂气味稳定性和其它有关文章二百五十多篇，一九七三年后任伊利诺斯州大学化学系付教授兼工业顾问。

在“大豆蛋白食品与工艺”一书中，作者综合了四百多篇文献资料，详细地论述了美国大豆发展概况，对大豆油脂浸出，油脂精炼，食用油脂加工，大豆蛋白物理化学特性，营养作用、制取加工方法等都作了系统论述。书中还就大豆蛋白代替奶粉用于糖果、糕点、食品方面的功能特性，以及所涉及的大豆品种改良，作物栽培，商品应用、贸易、法规等方面也都进行了说明。这本书虽说是根据作者一九七五年的再版本翻译的，但它的内容，仍对我国发展大豆生产、特别是在当前新形势下，对油脂工业、食品行业开展植物蛋白制取加工和应用，都是一份很好的参考书籍。本书引用的有关文献资料也都按顺序进行编排，并附于书后，以便读者查阅。

在翻译过程中承蒙李瑚传先生进行了系统审校，又请过祥鳌先生和王尔惠、王瑞元、刘大川等同志审阅，请他们提了许多改进意见，使这册译文进一步得到完善，在此谨向各位致谢。由于本人水平有限，书中错误之处在所难免，敬请读者指正。

周 瑞 宝

1982·6·20

前 言

近年来世界面临的饥饿问题，已进行过详细地讨论，并且意识到，国际上对适当营养成分的需要，已日益迫切。虽然在许多发展中国家里，存在营养不良的现象，这并不是他们特有的问题，即使是富裕的国家，也有部分人民遭受苦难。营养不良，本身表现为缺乏热能，但常常是由于缺乏蛋白质。由于动物蛋白价格昂贵，而又满足不了需要，植物蛋白对人们就有极大的吸引力。大豆已达到，或接近于非传统食品蛋白资源的首位。大豆的几个优点，都超过了其它蛋白资源。在东方国家，对它的蛋白、热能和必需脂肪酸的应用，已有悠久的历史。作为蛋白资源，与动物蛋白价格为基础，进行比较，大豆更有吸引力。大豆比其它蛋白物质更优越的主要之点，是它的利用率很高。许多食品级的大豆蛋白，都可以应用于商业。其它一些有潜力的蛋白，常常受经济、工艺、法规上的一些限制。例如，浓缩鱼蛋白，由于商业大胆进行尝试而取得成功，仅确定作为一种食品配料。

目前，90%以上的大豆油都用于食品中，的确，大豆油是美国的主要食用油脂。在美国，如果需要大量的高亚油酸酯——低饱和油脂来避免心脏病的话，大豆就是个主要的利用资源。大豆成份中的亚油酸，是内分泌前列腺素（1964年新发现的激素）的母体。这些脂肪酸内分泌激素，甚有利于人体的心血管和平滑肌系统（Ann N.Y. Acad.Sci. 180 218, 1971）。

虽然新的研究工作，无疑会改进大豆脂肪的质量和扩大使用的范围。大豆蛋白作为食品，主要存在一个销路问题。动物蛋白价格高昂，大豆产品质量的改进，更多地进行研究，都是发展大豆蛋白的动力。期望从全国学校午餐方案规定中，允许使用大豆组织蛋白作为肉的代用品。我们这本论著，是把大豆作为食品的一个总结。最近人们非常关心大豆蛋白食品，这一专著，将帮助那些对大豆工业不熟悉者，进行查阅。由于对蛋白质很感兴趣，本书特侧重于蛋白。

W·J·沃尔夫

J·C·科恩

于（美）皮奥利亚

目 录

一、序 言	(1)
二、种子的结构和成份	(2)
1、种子的结构	(2)
2、种子的成份	(4)
三、大豆的生产	(5)
1、早期的历史	(5)
2、种植面积	(5)
3、产量	(6)
4、主要的品种	(7)
四、大豆的分级加工和出口	(8)
1、大豆的分级标准	(8)
2、大豆的加工和出口	(8)
五、大豆油脂和粕粉生产	(9)
1、种子的贮存	(9)
2、料胚的制备	(12)
3、油脂浸出	(13)
4、豆粕脱溶剂	(13)
5、油脂脱胶和卵磷脂的分离	(14)
六、食用大豆油脂加工	(14)
1、碱 炼	(14)
2、脱 色	(16)
3、氢 化	(16)
4、脱 臭	(17)
七、大豆油脂产品	(20)
1、色拉油和烹调油	(20)
2、起酥油和人造奶油	(23)
3、大豆油脂的气味稳定性	(26)
4、大豆卵磷脂生产和应用	(29)
八、食用大豆蛋白	(31)
1、物理和化学特性	(31)
①溶解度与PH 的关系	(31)
②分子量	(32)
③7S和11S球蛋白的作用	(35)
④大豆分离蛋白的溶解度	(36)

⑤变性作用.....	(36)
⑥氨基酸的组成.....	(42)
2、大豆蛋白的种类.....	(42)
①全大豆类型.....	(42)
②大豆蛋白制品：大豆粉和大豆糝、浓缩大豆蛋白、分离大豆蛋白.....	(42)
3、销售价格和产量的估算.....	(50)
4、功能特性.....	(52)
①乳化作用.....	(53)
②吸油作用.....	(55)
③吸水作用.....	(56)
④蛋白的组织化作用.....	(57)
⑤结团作用.....	(61)
⑥附着力与内聚力和弹性.....	(61)
⑦结膜作用.....	(61)
⑧调色作用.....	(62)
⑨起泡作用.....	(62)
5、营养特性.....	(62)
①抗营养特性（胰蛋白酶抑制剂，血球凝集素、大豆皂角苷等）.....	(63)
②大豆蛋白制品的质量（氨基酸成份比较、大豆粉和大豆糝、浓缩蛋白制品、分离蛋白制品、模拟肉等）.....	(66)
6、大豆蛋白食品.....	(73)
①东方式蛋白食品（鲜豆腐、冷冻干豆腐、凯纳科、豆酱、酱油、太目培等）.....	(73)
②美国式蛋白食品（类肉食品、模拟肉、快餐方便食品、婴儿食品、特需食品等）.....	(75)
7、存在的问题（气味、肠胃气胀因素、功能性、营养价值、有关规定等问题）.....	(82)
九、结 论.....	(86)
增 补.....	(86)
(一) 引 言.....	(86)
1、大豆的起源.....	(86)
2、大豆的展望.....	(87)
3、近期的情报资料.....	(88)
4、有关大豆的组织机构.....	(89)
(二) 大豆的生产.....	(90)
1、大豆的发展形势.....	(90)
2、大豆的贮备和出口.....	(93)
3、大豆的种类.....	(94)
4、影响大豆增产的因素.....	(94)

5、品种和抗营养因素的关系.....	(94)
6、大豆中的黄曲霉.....	(95)
(三) 食用大豆油脂.....	(95)
1、脱臭.....	(95)
2、豆油的抗氧化剂.....	(96)
3、豆油气味的稳定性.....	(97)
4、受伤害豆子的豆油.....	(98)
5、大豆油的气味成份.....	(99)
(四) 食用大豆蛋白食品.....	(99)
1、产品和加工.....	(100)
2、大豆蛋白加工新工艺.....	(101)
①全脂大豆制品.....	(101)
②脱脂豆粕与蛋白制品的关系.....	(102)
③大豆浓缩蛋白.....	(102)
④大豆分离蛋白.....	(103)
⑤大豆组织蛋白食品.....	(103)
(五) 大豆蛋白的特性.....	(104)
1、功能性.....	(104)
①溶解度.....	(104)
②吸水和膨胀作用.....	(104)
③粘度.....	(105)
④乳化作用.....	(105)
⑤结膜作用.....	(106)
⑥组织化作用.....	(106)
2、营养和生理特性.....	(106)
①胰蛋白酶抑制剂.....	(106)
②大豆蛋白掺合食品.....	(107)
③大豆组织蛋白的营养价值.....	(108)
④大豆蛋白婴儿食品.....	(108)
⑤碱对大豆蛋白处理的影响.....	(108)
3、大豆蛋白的气味成份.....	(109)
①商品大豆蛋白气味等级.....	(109)
②气味成份的来源.....	(110)
(六) 大豆蛋白食品的应用.....	(110)
1、烘烤食物.....	(111)
2、肉和类肉食物.....	(112)
3、快餐方便食品.....	(112)
4、小吃食品.....	(112)
5、食品管理规定.....	(112)

一、序 言

大豆原来生长在亚洲东部。近百年来，那里的人民把它当作主要的粮食作物。日本从大豆中提取的蛋白，就占食用蛋白量的12—13%。东方人民还有一种习惯，把大豆放入水中浸泡，然后把它磨成豆浆，再用钙盐使其蛋白凝聚，制成豆腐；或把浸泡过的豆子煮熟，再经发酵制成酱油、豆酱，纳豆（*notto*）和太目培（*tempeh*）（*notto*和*tempeh*请参阅东方方式食品介绍……译者注）等。

美国也向东方人民学习了除酱油和纳豆之外的其他食品的制作方法。东方国家的人民，每年要耗用大量的豆制品。美国大豆的种植和用大豆制造豆制品的方法，都是东方移民传入美国的。在1920年以前，美国大豆仅有少量的种植，而1930年之后，逐步地建立了豆油和豆粕加工工业。大量的豆油和大豆蛋白开始生产。接着，发展应用豆油制造起酥油，人造奶油，烹调油，蛋黄酱及凉拌菜的调味品等。由于大豆饼粕不但蛋白含量较高，而且又有丰富的营养价值，生产的饼粕可供动物作饲料。

最近三十年，大豆生产在不断地扩大，从一个次要的地位，变成了主要的粮食作物。在经济价值方面，农场主已把大豆列入仅次于玉米的第二位，显然，已经超过了小麦、土豆、燕麦、棉花和其它消耗较多的粮食作物。因此，近十年来，有相当多的食品，是以大豆为主要资源而配制成的。这些食品，有的是用大豆油经氢化和其它植物油掺合使用，也有的是制成凉拌菜调味品的形式应用。在现代化的超级市场，各种各样的大豆制品的商业广告，引起众多人们的注意，与其它食品相比，到目前为止，还没有哪种食品能与它媲美的。过去生产的玉米、小麦、燕麦和其它食品，如玉米片、麦胚、燕麦粉等食物中，没有大豆这一种类。这种原因，主要是在美国使用豆制品的历史比较短，一些豆制品的味道和结构，不象东方人民那样习惯。虽说中国和日本人民能把大豆制成各式各样的豆制品，但大多数产品总有一些跟生豆子相同的气味。某些人喜欢吃那些适时摘而煮熟的味道鲜美的罐装青豆，但它的出售，以及经过烘烤的成熟豆子的出售，都是为数极少的。大豆有几个特性，即它的气味和气味的稳定性，在食品中的功能性和生理影响。即使不论这些情况，豆油在食品工业中，已起到非常重要的作用。在美国所消费的可见油脂的一半以上的油脂，是由大豆油提供的。

粕粉的使用，也随着油脂的使用，在不断地增加，已成为供应家禽、家畜饲料的首要来源。事实上，大豆粕粉已经成为发展庞大的家禽生产的一个关键因素。再说，作为产蛋鸡和肉用鸡的饲料，价格是低廉的。同样，对增加生猪产量的成本，也可以降低。因此，粕粉也就成了间接的食用蛋白的来源。

目前，出口的大豆蛋白，主要是豆粉，浓缩蛋白，分离蛋白，它们不过是潜在出口的一部分。1960年间，各项产品都增加了几百万磅。过去的十几年，美国的食品工业，经历了重大的变化，其质量和数量，都得到了提高。天然大豆的主要成份，是油脂，碳水化合物和蛋白质。这些物质，都可以用作食品的添加剂。因此，大豆工业已成

为一项食品制造工程。例如：豆浆被直接食用已有很长的历史了，但现在可以从豆浆中提取酪氨酸钠，乳白朊和乳糖等，这些都是高级食品的良好配料。

由于从大豆中能提取油脂和蛋白，它已成为食品的有利资源。美国浸出和精炼的豆油，已占食用植物油的80%还多。加上大豆加工工业，在最近二十年有了重大发展，成品食物中，含大豆制品的占40%，含大豆油的面食制品占95%。而且，目前使用大豆分离蛋白制品的食物也相当多。由于大豆的这些优点，就需要生产更多的大豆。所以，在美国的东半部，就种植了四千万英亩的大豆。就整个美国来说，它已遍及北部的明尼苏达，到南部的路易斯安那和佛罗里达；从中部的堪萨斯到特拉华的广大地区。1957年，大豆年产量为十几亿蒲式耳。

1959年市场上出现了食品级的大豆分离蛋白，尽管可以用它们来强化食品而有利于营养的提高，但发展缓慢。大豆蛋白制造商和食品公司都同意不能按营养作交易，结果分离蛋白和1959年同时进入市场的浓缩蛋白，都根据它们的功能性，如乳化性，增稠性，脂肪结合性来进行交易。近两年来，情况有了较大的变化。1969年关于食品与营养的“白宫会议”和1970年7—8月美国参议院意见听取委员会，就快餐中的谷类食品，都作了专题的讨论，确定从工业方面利用蛋白质和其它营养成分的强化作用，以提高食品的营养价值。目前有许多公司，都积极地使用粮食制品（面粉）、鲜肉、牛乳制品，饮料、医药品和化学品等，配合大豆蛋白，制成各种食品和配料。有两家大公司，已经开展了这项业务，并取得了与大豆蛋白有关的专业化试验的进展，产品上市是畅销的。例如：供应快餐（早点）配料的生产公司，现在可以用膨胀淀粉为基质，而加入一些分离蛋白或浓缩蛋白。

以上，就美国用于食品的大豆油脂和蛋白作了些扼要介绍，有关大豆种植，大豆加工，种子成份结构，和有关图表都要详细论述。至于对大豆油脂和蛋白在使用中所存在的问题及将来的趋向，将分别在后面的章节中逐次加以讨论。

二、种子的结构和成分

1、种子的结构：

大豆是典型的豆科植物，其种子的大小、形状和颜色，由其品种而定。一般来说，有的颗粒大，有的是椭圆形，也有的是扁平形；颜色可以分为黄、棕、绿、黑，甚至还有花色品种。美国种植大豆的范围很普遍，大多数的种子都是黄色椭圆形的。林肯型的大豆，主要种植在伊利诺斯州，依阿华州和印第安州，其形状如图1所示。从大豆的剖面结构（图2所示）来看，它分为两大部分，即种皮和子叶两部分。还有两个次要部分，它们是胚轴和胚芽，没有单独表示出来。从图2的结构来分析，种皮由外层细胞壁、细胞膜、海绵薄壁细胞、糊粉粒、以及受压缩的胚乳细胞层所组成，子叶的表面被一层表皮复盖，内部由许多蛋白质、油滴等成份所充满。详细的细胞内部结构，由图3可以看出，大量的蛋白质，存在于直径为2—20微米的蛋白体内³，油脂就存在于直径为0.2—0.5微米的球体内，这些球体，散布于蛋白体之间的缝隙中间。经研磨（轧胚）的大豆种子，残存下来的蛋白体，可以从脱脂豆粉中，用离析的方法把它分离出来^{3,4}。分离出来的蛋白体，含有98%的蛋白质，在脱脂豆粉中，至少有总蛋白含量的60~70%蛋

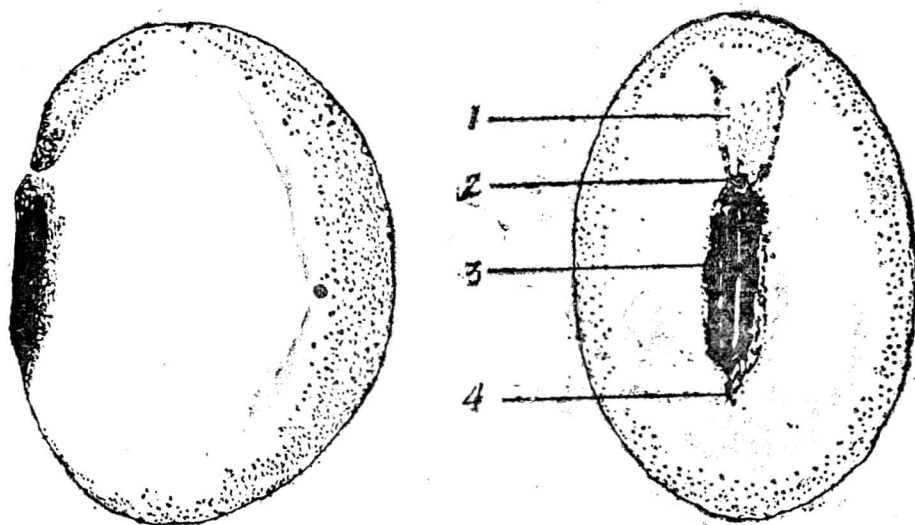


图1、大豆外形

1、种皮内的胚轴外形，2、珠孔，3种脐，4、合点(摘自williams')

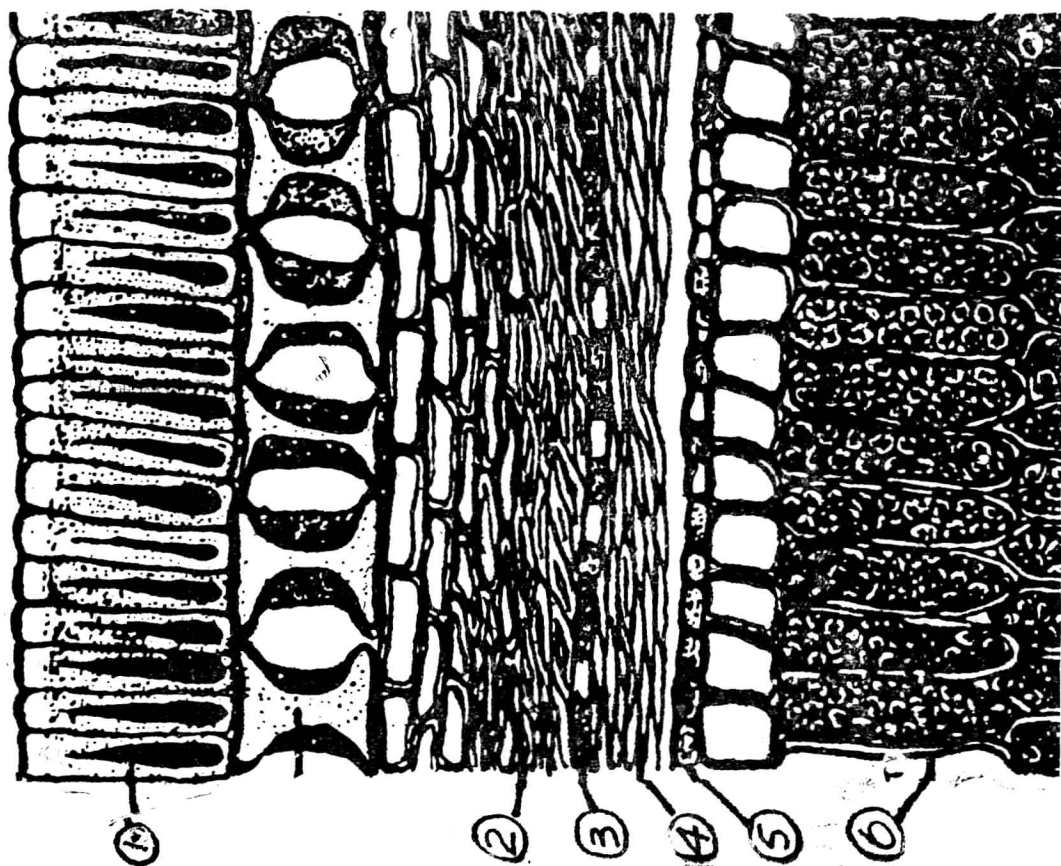
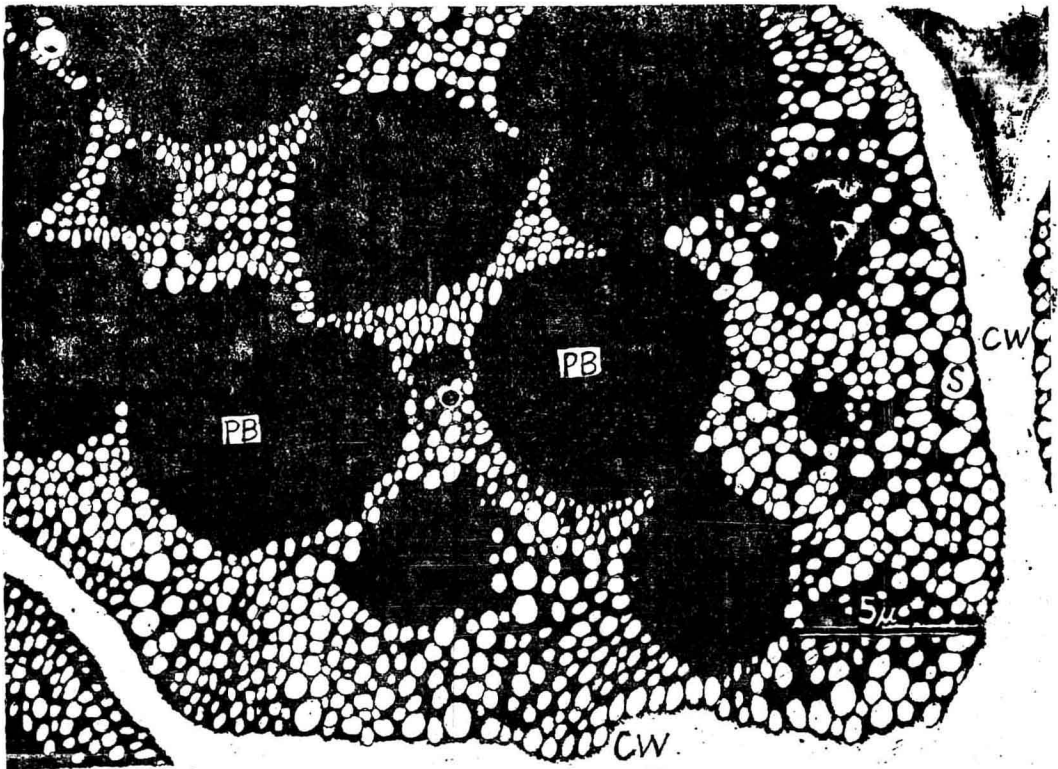


图2、大豆剖面结构图

1、栅状细胞 2、薄壁细胞 3、糊粉细胞 4、压缩胚乳细胞 5、表皮 6、糊粉细胞

的蛋白贮存于次细胞结构中，从理论上讲，应用研磨和分离的方法，可以在商业规模上分离出相当纯的蛋白体来。但试图利用空气分级法，从脱脂粉中分离出含蛋白丰富的组分，没有成功⁵。将来可能会有更理想的方法来分离脱脂大豆蛋白吧！



图、大豆子叶超显微结构图 （仿Saio,K 和 Watanaabe电子显微照片）
CW细胞壁、PB蛋白体、S油体

2、成分：

商品大豆，约有 8 % 的种皮，90 % 的子叶和 2 % 的胚轴和胚芽。

整粒大豆分三个部分，它的成分近似表 1 所列出的数值。其中，油和蛋白占 60 %，其余的三分之一，是包括多糖在内的碳水化合物，其中水苏糖为 3.8 %，棉籽糖为 1.1 % 蔗糖 5.0 %⁶，磷脂、甾醇、灰分及其它成分，都有少量存在⁷。油脂及蛋白质，在种子

表 1：大豆种子各部分成分的含量（以湿基计算）

成 分	蛋白质($N \times 6.25$) (%)	脂 肪 (%)	碳水化合物 %	灰 分 %
整粒子叶	40	21	34	4.9
子 叶	43	23	29	5.0
种 皮	8.8	1	86	4.3
胚 轴	41	11	43	4.4

中含量的多少，与其种子的品种，土壤肥沃程度和气候条件有关。至于蛋白质和油脂的成分，将在以后叙述。

三、大 豆 的 种 植

1、早期的历史：

美国早期大豆的种植，是指1920年以前。那时大部分土地，是供生长饲料和牧草，只有有限的土地种植一些大豆，以便收获豆子。美国国内用大豆生产油脂，最早开始于1915年。后来得到了发展，到了1920年，就加工生产了二百万蒲式耳大豆。那时的南卡罗来纳州，佛吉尼亚州，亚拉巴马州，密苏里州，肯塔基州的大豆种植生产领先。于1922年，在依利诺斯州的德凯特（Decatur）建立了一座加工玉米的A·E斯特利（A·E, Staley）联合生产公司，并开始加工生产大豆。在这期间，大豆生产已经扩大到北部地区。1924年，在依利诺斯州建立了加工基地，那儿的生产一直处于领先地位，德凯特很快就变成了美国大豆加工中心。有关大豆的价格都以这里为标准。

大工业生产开始后，也面临有几个问题：一是从农场主那儿得到充足大豆的加工成本问题；二是发展有效的加工方法问题；三是寻找大豆油和大豆粕粉的销路问题；以没保证加工生产，需要向广大产区购买大豆，所遇到的种植和加工合同问题等等。直到1930年才稳步地建立了大豆加工工业。

2、种植面积

美国主要种植大豆的州，是玉米种植地带，表2列出了十个主要种植大豆的州。依利诺斯州和依阿华州领先的原因，是面积大、产量高；阿肯色州和密苏里州的面积比印第安州要大。但是，印第安州单位面积上的产量高。南部的许多州，在近二十年，由于

表 2、1970 年美国十个大豆种植生产领先的州

州 名	面积 (百万英亩)	单产 (蒲式耳/英亩)	总产量 (百万蒲式耳)
依 利 诺 斯	6.66	31.0	206.5
依 阿 华	5.49	33.0	181.3
印 第 安	3.25	32.0	103.8
阿 肯 色	4.32	23.5	99.4
密 苏 里	3.50	26.0	90.9
明 尼 苏 达	3.10	26.5	82.3
俄 亥 俄	2.44	29.5	71.9
密 西 西 比	2.34	25.0	58.4
路易斯安那	1.67	23.0	38.5
田 纳 西	1.21	23.0	27.7
总 计	41.62	27.3	1134.2

(引自Fats and oils situation⁸)

棉花种植面积减少，而大豆有所增加，以阿肯色为例，从1950年算起，大豆增加七到八倍。

3、产量

大豆作为美国种植的粮食作物。从1920年的三百万蒲式耳，到1970年的五十年内，增加了三百七十八倍。表 3 列出了自1925年到1970年，每隔五年的生产量。土地面积也增加为最初的二十四倍，每英亩单产量也增加二点四倍。最重要的是单位面积产量，经选育品种和改良种植条件来达到增产目的。仅1970年美国种植的大豆年产量就达十一亿三千万蒲式耳。约为世界大豆产量十五亿蒲式耳的75%。用作食用蛋白的大豆，美国每年仅有一千万蒲式耳，这个数字，还不到大豆产量的1%。因此，不存在对食品市场供应不足的问题。

表3 美国1925——1970年间大豆种植英亩数和产量

年	种植英亩数 (百万英亩)	单产(蒲式耳/英亩)	产量(百万蒲式耳)
1925	0.4	11.7	5
1930	1.1	13.0	14
1935	2.9	16.8	49
1940	4.8	16.2	78
1945	10.7	18.0	193
1950	13.8	21.7	299
1955	18.6	20.1	374
1960	23.7	23.5	555
1965	34.5	24.5	846
1970	41.6	27.3	1134

(引自Fats and oils situation⁸ and soybean Digest⁹)

4、主要品种

光照周期对大豆的影响很明显，每种大豆在开花和种子发育期间的天数越多，其品种特性就表现的越突出。一般来说，大豆种植在那些日长夜短的纬度地带（指那些狭窄的地带，100—150英里宽）生长最好。因此，没有那一种品种单独地支配着市场。为适应于不同气候条件的地区的种植，农业技术部门已选育了许多新品种。大豆品种以成熟期来划分，可以分成组，即OO到VIII。OO组的品种，适宜北部地带到加拿大，例如，北部的明尼苏达和北达科他地区。另外，VIII组的品种，是为南部的许多海湾海岸地区培育的品种。1970年为主要栽培地区所推荐的大豆品种，包括北部地区选育的波尔 特杰 (Portage)，尼利特 (Nerit)，特拉弗斯 (Traverse) 和奇普华64 (Chippewa64) 品种；为中部地区培育的品种为阿姆豆 (Amsoy)，韦恩 (Wayne)，哈罗索63 (Harosoy63)，比森 (Beeson)，查尔克63 (Chark63) 和卡伦德 (Calland) 品种；为南部地区培育的品种为希尔 (Hill)，李 (Lee)，胡德 (Hood) 和戴尔 (Dare) 等品种⁹。

植物品种选育，要求它具有单位产量高，抗病力强和成分好等特性。因此，这些品种，大部分都能适应种植条件的变化。近几年，又引进了几种高蛋白含量的大豆品种。过去都知道，没有专为食品使用的大豆，大田里生长的 *1 和 *2 黄色级别的大豆，是制造大豆分离蛋白产品所种植的品种。因此，也没有详细地分品种，更没有明确规定有关蛋白产品特性的种植品种。大豆分级，主要是为了对日本出口而规定的指标，这些品种也是为了满足他们传统的大豆食品的需要而定的。

四、大豆的分级、加工和出口

1、大豆的分级标准

大豆以颗粒进行分级。在商业上，是按美国谷物标准条例执行的。本条例是USDA（美国农业部）根据美国法定的谷物标准手册颁布的。大豆主要根据颜色来分级，黄色大豆构成主要的商品等级。分级以重量试验，水分含量，破裂粒及损伤情况和杂质含量来确定。表4列出了大豆样品等级及有关数据要求。

表4 大豆等级标准

项 目	标 准			
等 级★	* 1	* 2	* 3	* 4
最大容重（磅／蒲式耳）	5 6	5 4	5 2	4 9
水 分 %	1 3	1 4	1 6	1 8
破 碎 粒 %	1 0	2 0	3 4	4 0
损 伤 粒 %	2	3	5	8
外 来 杂 质 %	1	2	3	5
有 色 豆 子★★	1	2	5	10

注：★规定出售容重为60磅／蒲式耳，

★★不是黄色也不是是绿色。

（引自Official Grain Standards Of the U.S.¹⁰）

2、大豆的加工和出口

大豆主要被加工成豆油和粕粉；其余的供应出口。1969年大豆的分配情况如下：

用 途	百万蒲式耳	占比例数%
加 工	738	51
出 口	429	30
留 种	49	3
剩 余	229	16

大豆加工工业在逐步增长，产品产量年年增加。1970年以前，每年的产量估计达8.25亿蒲式耳，到1971年春，年产量预计增加到9.00亿蒲式耳。工业增长是从大量的，效率低的小厂发展而成少量的效率高的大厂。现约130家工厂，平均每年加工六百万蒲式耳，而1960年只有三百二十万蒲式耳。最大的工厂是北部中心区的依利诺斯州的雷金（Region）工厂，1969年，一年就加工了一千三百万蒲式耳⁸。

在最近的十五年，大豆出口迅速增加，大豆油脂和饼粕是大量需要的。西欧和日本

有加工能力而又有加工利润，他们都建议，只要大豆价格可以竞争，就可以长期出口。1969年出口大豆和大豆制品，仅大豆一项，就占十一点四亿美元，还有豆油和粕粉两项相加的四亿美元，实际上，起到了促进美国贸易平衡的作用。

五、大豆油脂和粕粉生产

为了最大限度地提高大豆的有效利用率，对大豆进行加工是必要的。在加工中，油脂工业制取了大豆油，并把脱脂后的豆粕转变为饲料和食品。豆粕因含有某些抗营养成分，用它喂养动物以前，一定要利用湿热，使其钝化，从而可以提高生长率。至于作食用，脱脂豆粕只用加热和碾磨，就可制成豆粉和豆糝，或进一步分离提高蛋白质含量，也可以制成浓缩蛋白和分离蛋白。图4为大豆用溶剂浸出法，得到豆油、豆粕和与其它相关的产品的流程图。油脂加工工业的发展，是从水压机到动力螺旋榨油机，再到溶剂浸出。现在工业生产已接近100%地实行溶剂浸出。

1、种子的贮存

大豆与其它的美国粮食作物比较，显得比较突出。它的95%的数量要供应市场，以便加工，或出口到海外进行加工。大豆自农场运到市场，就需要贮存。美国每年有九亿蒲式耳的大豆需要加工，但生产加工的时间，持续十到十二个月。因此，在连续进行加工过程中，大豆必须设有仓库。许多农场主与销售市场商定，把每年收获的大豆进行贮存，以达到连续不断地供应加工和出口的需要。当然，很多大型工厂也自备了约能贮存五到七百万蒲式耳的粮食仓库。这些工厂，每天大约可以加工一千二百多吨大豆，即每日能把四万蒲式耳的大豆制成豆油和豆粕粉。那么，具有这么大仓容量的企业，它也能够贮存好几个月所需要加工的大豆。农场贮存与靠近加工地点贮存相比较，实际上，自大豆成熟就开始购买，到最后进行加工，时间相差六到十一个月，无论从方便或从价格上来考虑，就近贮存有利。

作为贮存商品粮的混凝土立筒库，直径一般为20—40英尺，高约150英尺。这些立筒库，通常从二个到三个一排，备有相当多的附属设备。大豆需经过清选，干燥之后，才进仓库贮存。要求被贮存的大豆，要充分干燥。这对于大多数加工工业来说，贮藏就不是主要问题了。如果水分适当，能够保证贮存时的稳定，大豆入库的水分要求在12%，经过二年贮存，其质量等级并未降低；如果水分在13—15%，大豆也能够在此较冷的气候条件下，安全贮存几个月；而高水分的大豆（指含水分在14%以上的大豆），一般在贮存之前设法烘干。

仓库中的原料，从温暖的地方转移到较寒冷的地方，原料表面，就能出现局部水分增加，从而，引起局部发热。大型的商品粮贮库，设有温度调节装置，当局部有过热信号发生时，一般的商业惯例是把它运到另一仓库，即进行倒仓；或者送到生产车间进行加工。这种移动，使其高水分大豆，与低水分大豆进行混合，从而达到了控制发热的目的。温度升高很严重时，能把很多豆子烧焦，甚至发黑，以致引起燃烧。假如发生大豆着火现象，将会给整个仓库造成重大损失。