

大豆蛋白质

生产新技术

DADOU DANBAIZHI
SHENGCHAN XINJISHU

王尔惠 编著



大豆蛋白质生产新技术

王尔惠 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大豆蛋白质生产新技术/王尔惠编著. —北京: 中国轻工业出版社,
1999. 9

ISBN 7-5019-2541-0

I. 大… II. 王… III. 大豆-植物性蛋白-化学加工 IV. TQ936. 21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 21423 号

责任编辑: 白 洁 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云
版式设计: 智苏亚 责任校对: 燕 杰 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>

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 8.5

字 数: 227 千字 插页: 3 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-2541-0/TS·1542 定价: 20.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

目 录

第一章 大豆的化学成分	(1)
第一节 种子的结构与组成	(1)
第二节 细胞的结构	(4)
一、大豆细胞的显微结构和细胞中物质	(4)
二、大豆细胞的扫描电子显微镜图	(6)
第三节 氮、氨基酸和蛋白质	(8)
第四节 氨基酸的分布	(11)
第五节 豆油	(13)
一、豆油中脂肪酸组成	(14)
二、豆油中的矿物质元素	(16)
第六节 灰分	(17)
第七节 含磷物质	(17)
一、植酸	(18)
二、磷脂	(18)
三、核酸	(18)
第八节 微量有机组分	(19)
第九节 碳水化合物	(20)
一、可溶性碳水化合物	(20)
二、不溶性碳水化合物	(21)
三、大豆种皮中的碳水化合物	(21)
第二章 蛋白质结构与化学	(22)
第一节 蛋白质的分子结构	(22)
一、氨基酸与肽	(22)
二、氨基酸的分类	(23)

三、氨基酸化学	(23)
四、氨基酸和蛋白质的颜色反应	(28)
五、蛋白质的分类	(29)
六、蛋白质的结构	(30)
第二节 蛋白质的一般物理化学性质	(33)
一、蛋白质的相对分子质量	(33)
二、蛋白质的等电点	(34)
三、蛋白质的水解	(35)
四、氨基酸代谢	(35)
五、DNA、RNA 与蛋白质合成	(36)
第三节 大豆蛋白质的物理化学特性	(36)
一、大豆蛋白质的相对分子质量及其构成	(36)
二、大豆蛋白质的溶解度及其提取方法	(39)
三、大豆蛋白的氨基酸组成	(42)
四、蛋白质的变性	(43)
第三章 酶	(47)
第一节 酶的性质	(47)
一、酶的一般性质	(47)
二、大豆中的酶的种类	(48)
第二节 淀粉分解酶	(49)
第三节 脂肪分解酶、脂肪过氧化酶和脂肪氧化酶	(50)
一、脂肪分解酶	(50)
二、脂肪过氧化酶	(51)
三、脂肪氧化酶	(51)
第四节 蛋白质分解酶及尿素酶	(53)
一、蛋白质分解酶	(53)
二、尿素酶	(53)
第五节 胰蛋白酶抑制素	(54)
一、胰蛋白分解酶	(54)

二、胰蛋白酶抑制素	(54)
第六节 血球凝聚素	(57)
第七节 其他生化组织	(58)
一、过敏因子	(58)
二、肠胃胀气因子	(59)
第四章 大豆及其制品的营养价值	(60)
第一节 人类对于蛋白质、氨基酸的需求	(60)
第二节 大豆蛋白制品的营养价值	(66)
一、蛋白质质量的评定	(66)
二、生物化学技术	(68)
三、其他营养组成	(70)
第三节 抗营养物质作用机理及其处理	(74)
一、胰蛋白酶抑制素 (TI)	(74)
二、血球凝聚素	(78)
三、激素	(79)
四、植酸	(80)
五、尿毒酶	(82)
第四节 大豆蛋白质制品中气味的产生及防止	(86)
一、大豆蛋白质制品异味源	(86)
二、大豆蛋白质制品气味的改善和防止	(90)
第五章 大豆的加工利用与蛋白质的提取	(96)
第一节 大豆的加工利用概况	(96)
第二节 工业参数对蛋白质得率的影响	(96)
一、离子浓度的影响	(96)
二、水温的影响	(98)
三、pH 的影响	(100)
四、蛋白质组分的变化及其影响	(103)
五、脱脂粕浸提时超声波搅拌对蛋白质组分的影响	(104)
第三节 蛋白质组分及其特性	(106)

一、11S 蛋白质的沉析与分离·····	(107)
二、7S 蛋白质的组织结构·····	(107)
三、11S 蛋白质的组织结构·····	(108)
四、7S 和 11S 蛋白质的特性·····	(108)
第四节 有机溶剂处理·····	(111)
第五节 大豆蛋白质提取工艺图·····	(114)
第六章 低温脱溶豆粕的制取·····	(116)
第一节 低温脱溶的目的与意义·····	(116)
第二节 Blaw-Knox 卧式低温脱溶系统·····	(118)
第三节 管式闪蒸脱溶系统·····	(122)
一、Krupp 公司 Ex 型闪蒸脱溶系统·····	(122)
二、三 I 型管式闪蒸脱溶系统·····	(124)
三、EMI 型管式闪蒸脱溶系统·····	(125)
第七章 浓缩蛋白质生产·····	(128)
第一节 浓缩蛋白质制取方法·····	(128)
第二节 酒精浓缩蛋白质生产工艺·····	(129)
第三节 稀酸浓缩蛋白质生产工艺·····	(134)
一、稀酸浓缩蛋白生产法一·····	(134)
二、稀酸浓缩蛋白生产法二·····	(135)
三、稀酸浓缩蛋白生产法三·····	(136)
第八章 分离蛋白质·····	(138)
第一节 分离蛋白质生产机理·····	(138)
第二节 近代分离蛋白生产工艺概述·····	(139)
一、日本不二制油分离蛋白质生产工艺·····	(139)
二、日清制油分离蛋白生产工艺·····	(141)
三、Alfal-Laval 分离蛋白生产工艺·····	(142)
四、谷物公司 (GPC) 浓缩/分离蛋白生产工艺·····	(144)
五、EMI 公司分离蛋白生产工艺·····	(147)
六、三 I 公司分离蛋白生产工艺·····	(150)

七、UMS 公司分离蛋白生产工艺	(152)
第九章 组织蛋白的生产	(159)
第一节 组织蛋白生产机理	(159)
第二节 一次膨化制取组织蛋白生产工艺	(164)
一、Wenger 公司膨化机械	(164)
二、干法膨化机械	(167)
三、不同公司生产情况	(168)
第三节 两次膨化组织蛋白生产工艺	(174)
第四节 水蒸气膨化法	(176)
第五节 各公司组织蛋白生产情况	(176)
第十章 常规大豆蛋白质制品生产	(179)
第一节 浓缩豆浆粉	(179)
第二节 豆腐	(180)
一、干燥豆乳法	(180)
二、机械化豆腐生产线	(181)
三、油炸豆腐与油炸豆干	(186)
第三节 水解大豆蛋白质制味精	(188)
第四节 用大豆制酱油	(190)
一、原料配比及处理	(191)
二、制曲	(194)
三、发酵	(194)
四、压榨	(195)
五、添加辅料	(196)
六、包装	(196)
第五节 大豆蛋白质制成品的用途	(199)
第十一章 大豆蛋白质的功能性	(202)
第一节 蛋白质的结构与功能性	(202)
第二节 溶解度	(204)
第三节 水化性质	(207)

一、对水的吸附作用	(207)
二、水分保持性	(208)
三、膨胀性	(209)
第四节 粘度	(209)
第五节 胶凝性	(212)
第六节 蛋白质与油、水之间的关系	(213)
一、蛋白质和脂质的相互作用	(213)
二、乳化作用	(214)
三、发泡性	(215)
第十二章 功能性大豆蛋白质的提取	(219)
第一节 蛋白质组分的变化及其特性	(219)
第二节 不同功能性蛋白质的提取	(220)
一、溶解度大的蛋白质的提取	(221)
二、在面制品中使用的蛋白质的提取	(222)
三、婴儿食品用蛋白质的提取	(222)
四、饮料用分离蛋白的提取	(223)
五、肉制品用蛋白质的提取	(223)
六、蛋白质水解	(224)
第十三章 膜分离技术在大豆蛋白工业中的应用	(225)
第一节 膜分离技术原理	(225)
第二节 超滤膜在蛋白工业中的应用	(228)
一、浓缩蛋白质生产流程	(228)
二、分离蛋白质生产流程	(229)
三、混合蛋白粉的生产	(230)
四、水解蛋白质的生产	(231)
五、利用超滤膜生产蛋白质时需要注意的一些问题	(233)
第十四章 大豆蛋白质制取设备简介	(234)
第一节 脱皮工艺及设备	(234)
第二节 管式闪蒸脱溶装置	(239)

第三节	卧式离心分离机	(243)
第四节	碟式离心分离机	(245)
第五节	挤压膨化装置的结构	(249)
第六节	蒸汽连续膨化装置	(253)
一、	气流式连续膨化装置	(253)
二、	流动层式连续膨化装置	(255)
三、	传送带式连续膨化机	(257)
第七节	喷雾干燥装置	(258)
一、	不二公司喷雾干燥装置	(259)
二、	三 I 公司喷雾干燥装置	(259)
三、	UMS 公司喷雾干燥装置	(259)
参考文献		(261)

第一章 大豆的化学成分

第一节 种子的结构与组成

大豆种子富含脂肪与蛋白，由光滑的外皮（种皮）和充实的籽仁所组成。

大豆籽仁包括胚和胚乳。胚由幼根和胚芽（未发育的轴器官和两片子叶）组成，胚乳则是特殊的营养器官。对于大豆来说，子叶是其体积最大的营养部分，从而也是含油和含蛋白质最多的部分；胚乳在体积上是很细小的部分。

大豆的种皮是一层薄而光滑的组织体，由含纤维素较多的细胞所组成。

大豆的外形及其剖面结构如图 1-1 所示。

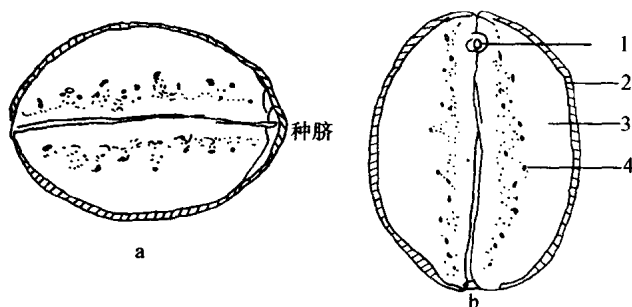


图 1-1 大豆种子外形及剖面图

a—大豆横截面图 b—大豆纵截面图

1—芽球 2—种皮 3—子叶 4—原始形成叶脉

大豆种子中各部分都是由不同的组织构成的（所谓组织就是指大致相同的细胞的总和），图 1-2 是大豆子叶片段组织结构图，

幼根和胚的横截面图、纵截面图。

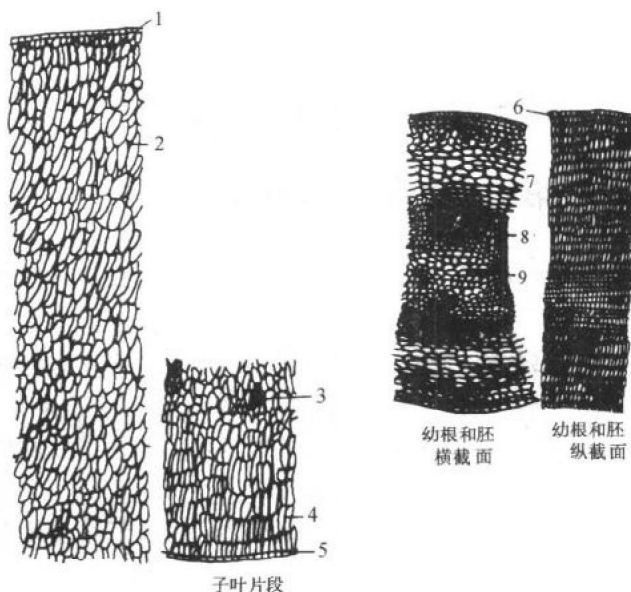


图 1-2 大豆种子的组织结构

1—外表皮 2—海绵薄壁组织 3—原始形成叶脉 4—栅状组织
5—内表皮 6—表皮 7—芽叶基本组织 8—原始形成叶脉 9—芽球中心

组成胚和幼根的重要组织包括胚乳——基本组织、髓部、原形成层束等，胚胎组织——基本组织、胚和幼根髓部。

组成子叶的最重要的组织有保护组织与基本组织（薄壁组织）。

表皮保护组织位于子叶的表面。子叶一般都由外胚乳和内胚乳组成，外胚乳朝向种子的外部，内胚乳朝向两片子叶的接触处。靠一般的机械作用不易破裂胚乳组织。在大豆中，胚乳由一系列细胞组成。

大豆种皮与子叶的详细结构如图 1-3 所示。

大豆种子由三部分组成，即皮、子叶、胚芽，它们分别占籽粒质量的8%、90%和2%。大豆种子的主要成分为蛋白质、油

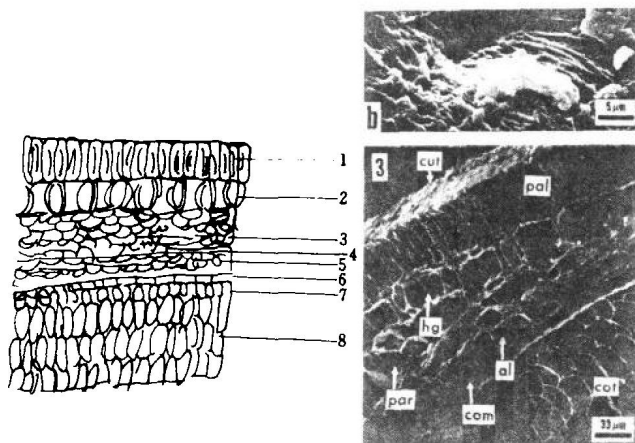


图 1-3 大豆种皮与子叶的结构

cut—子叶 pal—栅状细胞 hg—玻璃体细胞 par—薄壁细胞
al—糊粉细胞 com—压缩细胞 1—栅状细胞 2—玻璃体细胞 3—薄壁细胞
4—糊粉细胞 5—压缩细胞 6—子叶表皮 7—胚乳细胞 8—糊粉细胞

脂、碳水化合物、灰分和粗纤维，各成分的含量见表 1-1。由表 1-1 可知，大豆含油及蛋白质约 60%，含碳水化合物 35%（其中包括糖分和粗纤维等）。一般大豆含水分 10%~13%。新收大豆含水量高，需经干燥去水达到安全储藏所需水分含量时才能进仓储存。大豆的品质对制的油和提取的食用蛋白质的质量都有明显的影响。美国的大豆等级划分标准见表 1-2。

表 1-1 大豆中主要成分（干基）含量

成 分	质量分数 %
蛋白质 (N×6.25)	42
油 脂	20
总碳水化合物	35
灰 分	5.0
粗纤维	5.5

表 1-2 美国大豆等级划分标准

等 级	密度/kg·L ⁻¹	水分含量/%	破碎率/%	受热变黑量/%	金属物含量/%	不同色豆含量/%
1	0.72	13	10	0.2	1.0	1.0
2	0.69	14	20	0.5	2.0	2.0
3	0.66	16	30	1.0	3.0	5.0
4	0.63	18	40	3.0	5.0	10.0

大豆种子由于品种、产地不同，大小、千粒重和颜色也略有差别。大豆的千粒重在 135.2~152.1g 之间，皮的质量约占总豆质量的 7.51%~8.49%。大粒种子含皮率低，小粒种子含皮率高。皮中所含纤维约占全籽纤维含量的一半（全粒质量的 3% 左右）。

大豆籽仁（子叶）、皮壳、芽的化学成分见表 1-3。

表 1-3 大豆各组成成分分析 单位：质量分数 %

内 容	整粒豆	全籽仁 (子叶)	全籽 胚芽	皮
粗蛋白	40.4	43.4	40.8	9.0
粗脂肪	22.3	24.3	12.0	0.9
无氮抽出物 + 纤维素	31.9	27.4	42.7	86.2
灰 分	4.9	5.0	4.5	4.0

第二节 细胞的结构

一、大豆细胞的显微结构和细胞中物质

大豆和其他有机体一样，皆由大量的细胞所构成。构成大豆储藏组织的细胞平均大小为长×宽 = 68.4μm × 23.5μm，细胞横切面面积约为 1 530μm²，小于花生、蓖麻籽的细胞，而大于向

日葵籽、芝麻等的细胞。

大豆中营养物质的细胞是由细胞膜和填充于膜内的细胞内容物所构成，细胞内容物包含有油原生质、淀粉粒、细胞核、蛋白体等，见图 1-4 和图 1-5。

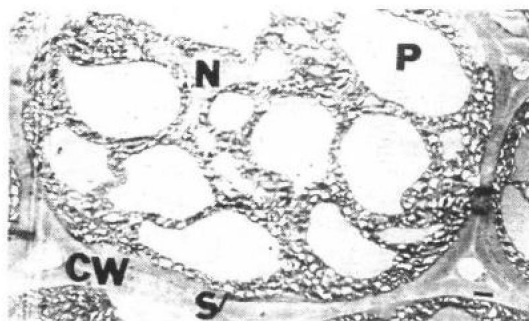


图 1-4 大豆子叶中一般的海绵体薄壁细胞示意图一
(电子显微镜放大 6 000 倍)

P—蛋白体 N—核酸 S—球粒体 CW—细胞壁

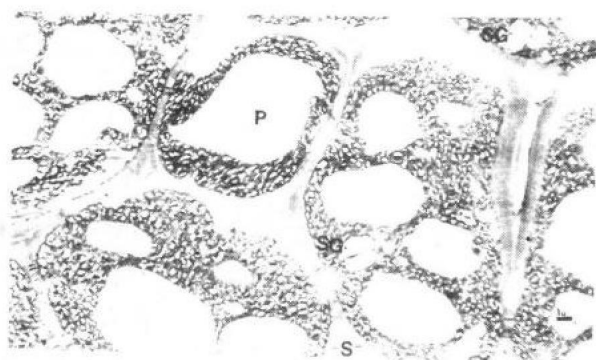


图 1-5 大豆子叶中一般的海绵体薄壁细胞示意图二
(电子显微镜放大 6 000 倍)

P—蛋白体 S—球粒体

大豆细胞的膜（壁）很薄，一般为 $1.3\mu\text{m}$ ，但与其他油籽相比算较厚的了。大豆细胞组织结构较为紧密，细胞之间间隙很小。细胞膜由纤维素和半纤维素组成，半纤维素含量多，结合紧密。

在油籽细胞中，油脂均匀地分布在原生质的球粒体中。细胞内容物的体积除去淀粉粒的体积后，约占整个细胞体积的 66% ~ 69%。

淀粉粒为固体有形物，其外面有一层很薄的覆盖物。淀粉粒由包括晶体和球状体的基本物质组成。淀粉粒的形状、大小在不同的油籽细胞中各不相同，其在高油分种子中呈球形，在大豆中为多角形。大豆细胞的结构与其他油籽细胞的结构见表 1-4。

表 1-4 大豆细胞结构与其他油籽细胞结构的比较

油 籽 名 称	储藏组织细胞平均值			细胞膜 厚/ μm	原生质含量 /%	淀粉粒大小		
	长	宽	细胞横截面积			长	宽	横截面积
	μm		$/\mu\text{m}^2$			$/\mu\text{m}$		$/\mu\text{m}^2$
大 豆	68.4	23.5	1 530	1.3	66~69	9	6	44.7
花 生	78.5	47.7	2 967					
蓖 麻 籽	58.4	40.4	1 873	0.4	75~82	11	9	78.1
向日葵籽	53.3	21.1	1 075	0.5	75~76	7	5	20.3
芝 麻	28.4	22.2	579			6	5	19.8
棉 籽	27.7	16.9	399	0.3	66~71	5	5	14.5
亚 麻 籽	29.1	13.7	340	0.4	74	12	8	87.9

二、大豆细胞的扫描电子显微镜图

许多科学工作者利用电子显微镜研究了各种油籽的细胞结构和在加工过程中产品的结构情况。成熟了的细胞是高级有机体，这些稠密的有机体中填充了不少的营养物质，脂肪沉积在细胞内的球状体上，蛋白质则浓缩于蛋白体内。在图 1-6 中，a 为观察到的细胞、细胞膜和蛋白体，b 为在蛋白质体外覆盖着的一层海绵状类胞质的网状体，c 为分布在蛋白体表面的小球状物体，d 为经正己烷脱脂后的细胞表面，e、f 为脱脂后蛋白体上的网状情况。

在大豆细胞内，除含有油脂形成的小球状体、蛋白体外，还含有淀粉粒，未发现有如棉籽、花生等细胞内的球状体，这种球状体主要是含磷的植酸盐沉积物。大豆细胞内的细胞黄色素在显

微镜图中也未被发现。

另一方面除蛋白体和小球体外，细胞内有时还含一些主要的纤维素等，从图 1-6a 中可以见到这些粒子。

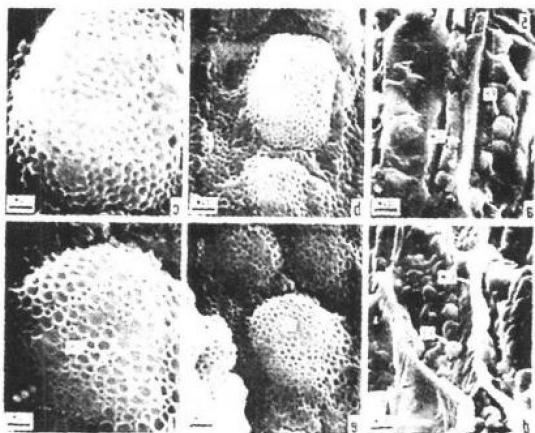


图 1-6 电子显微镜拍摄的大豆仁（子叶）冷冻剖面图

PB—蛋白体 CW—细胞壁 LB—脂肪体 CN—原生质网膜

蛋白体的大小是 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ ，沉积油脂的小球体大小约为 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 。在更高倍电子显微镜下观察，可以看到蛋白体外包有一层薄膜。在球粒体外面也有一层薄膜，但不同于蛋白体外面的膜，这种球粒体的膜的抗破裂和抗浸取能力与种子含水量多少、溶剂的极性以及浸出机械的工作情况有关。细胞和蛋白体的破坏情况同样与机械工作情况、调理的温度、水分状况以及 D-T 蒸脱机的操作条件有关。

通过电子显微镜对大豆细胞进行观察，澄清了油脂在细胞内存在的形式，即在细胞内部，蛋白质凝胶体与油脂并非是以均匀连续相存在，恰恰相反，细胞中的蛋白凝胶体也是以粒状蛋白体形式存在的，油脂则沉积在另一些小的原生质球粒体（也是一种小颗粒体）上，并非以纯净的油滴形式单独存在，也不是以油脂连续相形式存在。只有是这样，才有可能进一步说明油脂制取