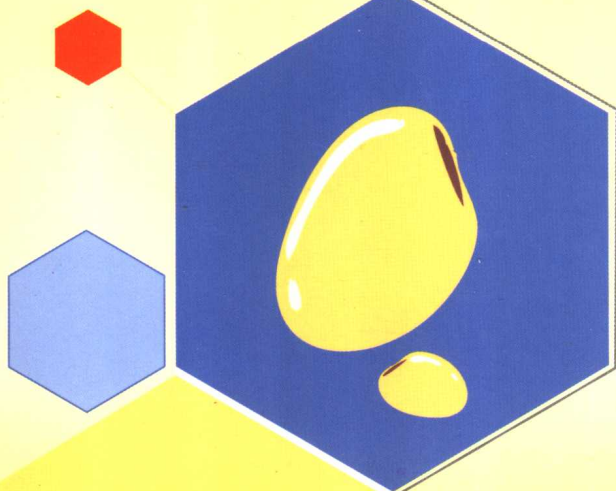


● 农产品深加工系列 ●



大豆深加工技术

江洁 王文侠 栾广忠 编



中国轻工业出版社

农产品深加工系列

大豆深加工技术

江 洁 王文侠 栾广忠 编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

大豆深加工技术/江洁等编. —北京: 中国轻工业出版社,
2004. 7

(农产品深加工系列)

ISBN 7-5019-4351-6

I. 大… II. 江… III. 大豆-豆制品-食品加工
IV. TS214.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 034693 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 滕炎福 封面设计: 王佳芃
版式设计: 翰 林 责任校对: 李 靖 责任监印: 吴京一

*

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

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 13.75

字 数: 356 千字

书 号: ISBN 7-5019-4351-6/TS·2579

定 价: 28.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010—65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010—88390721 88390722

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

30687K1X101ZBW

前 言

我国是大豆的发源地,栽培历史悠久、分布广、种植面积大。以大豆为主要原料采用发酵和非发酵方法加工制得的大豆制品营养丰富,种类繁多。特别是通过近年来的研究发现,大豆除了含优质蛋白和植物油外,还含有对人体健康有益的多种生理活性物质,如大豆低聚糖、大豆异黄酮、大豆磷脂、大豆多肽、大豆膳食纤维、大豆皂苷和维生素 E 等,对人体健康起到了不可估量的作用。许多国家(主要是美国和日本)除了对大豆进行食品、保健、添加剂等方面的研究开发外,还对大豆在化工、环保、军事、医药等方面的应用技术进行了研究。用大豆制造聚氨酯、用豆油制作润滑油、用豆油制作涂料、用豆油制造燃料油、用大豆皮净化污水、用豆油制作军用烟雾剂、研制防癌大豆食品等。

国内、外许多学者在对大豆进行了深入研究的基础上,出版了多部有关大豆及其大豆制品的专著。在我国很多大专院校开设了大豆制品工艺学的课程。大豆制品工艺学是一门新兴的学科,它是食品工艺学的一个分支,是一门应用科学,也是一门发展迅速的学科。大豆制品工艺学课程已在我校开设多年,我们自编的讲义已在多届学生中使用,效果良好。以此讲义为基础我们编著了这本《大豆深加工技术》,在书中除了参考国内外许多学者的文献外,还加入了自己的研究成果。该书为学生提供了一本内容全、系统强、知识新的教材,同时也为有关科研和企业单位的人员提供了一本技术参考书。

本书共分四部分,第一部分绪论,主要介绍大豆结构与组成和大豆制品及其分类;第二部分非发酵大豆制品加工技术,主要介绍大豆蛋白加工技术,豆乳及豆粉加工技术和传统豆制品加工技术;

第三部分发酵大豆制品加工技术,主要介绍酱油及酱的酿造、腐乳的酿造、豆豉的酿造和大豆发酵饮料;第四部分功能性大豆制品加工技术,主要介绍大豆低聚糖、大豆磷脂、大豆膳食纤维、大豆多肽、大豆异黄酮和大豆皂苷等大豆功能性成分的组成、结构、理化性质、生理功能、生产方法及其检测手段。

本书共有三位编著者,具体分工为:江洁编写绪论和第二章发酵大豆制品加工技术;王文侠编写第三章功能性大豆制品加工技术;栾广忠编写第一章非发酵大豆制品加工技术。

由于编者的知识水平有限,书中难免有错误和不妥之处,衷心期待读者的批评指正。

编者

2004 年 1 月

目 录

绪论	(1)
一、大豆的分类与分布	(1)
二、大豆的结构与成分	(7)
三、大豆的贮藏与质量标准	(17)
四、大豆制品的发展历史、现状及前景	(26)
第一章 非发酵大豆制品深加工技术	(37)
第一节 大豆蛋白加工技术	(37)
一、大豆粉生产工艺	(37)
二、大豆浓缩蛋白加工技术	(39)
三、大豆分离蛋白加工技术	(45)
四、大豆组织蛋白加工技术	(51)
五、大豆发泡蛋白粉生产工艺	(56)
六、大豆蛋白的功能特性与应用	(60)
第二节 豆乳和豆乳粉加工技术	(101)
一、豆乳和豆乳饮料加工技术	(101)
二、豆乳粉生产工艺	(119)
第三节 传统豆制品加工工艺	(125)
一、豆腐的生产工艺	(126)
二、腐竹的生产工艺	(151)
第二章 发酵大豆制品加工技术	(155)
第一节 酱油及酱的酿造	(155)
一、原料	(155)
二、制曲	(161)
三、发酵	(176)

四、酱油的浸淋、加热及配制	(186)
五、酱油和酱酿造新技术	(188)
六、酱油和酱的质量标准及技术经济指标	(194)
第二节 腐乳的酿造	(201)
一、腐乳的分类	(201)
二、腐乳生产的原辅料	(202)
三、霉菌型腐乳生产	(206)
四、细菌型腐乳生产	(212)
五、腐乳生产新技术	(215)
六、名优特腐乳生产	(218)
七、腐乳的营养价值和质量标准	(226)
第三节 豆豉的酿造	(229)
一、豆豉的种类	(231)
二、豆豉的生产工艺	(232)
三、著名豆豉生产	(237)
四、豆豉的质量标准和营养价值	(252)
第四节 大豆发酵饮料	(254)
一、发酵剂的制备	(254)
二、酸豆乳发酵工艺	(257)
三、发酵豆乳饮料	(261)
第三章 功能性大豆制品加工技术	(263)
第一节 大豆低聚糖	(263)
一、大豆低聚糖的组成、结构及理化性质	(264)
二、大豆低聚糖的生理功能	(268)
三、大豆低聚糖的生产及其检测	(275)
四、大豆低聚糖的应用	(287)
第二节 大豆膳食纤维	(289)
一、大豆膳食纤维的组成及理化特性	(294)
二、大豆膳食纤维的生理功能特性	(301)

三、大豆膳食纤维的生产及检测	(306)
四、大豆膳食纤维的应用	(319)
第三节 大豆磷脂	(327)
一、大豆磷脂的组成、结构及理化性质	(327)
二、大豆磷脂的生理功能特性	(331)
三、大豆磷脂的生产及检测	(341)
四、大豆磷脂的应用	(353)
第四节 大豆肽	(358)
一、大豆肽的特性	(359)
二、大豆肽的生理功能	(366)
三、大豆肽的生产	(371)
四、大豆肽的应用	(379)
第五节 大豆异黄酮	(382)
一、大豆异黄酮的组成、结构和特性	(383)
二、大豆异黄酮的生理功能特性	(391)
三、大豆异黄酮的生产及检测	(399)
四、大豆异黄酮的应用	(403)
第六节 大豆皂苷	(406)
一、大豆皂苷的组成、结构及理化性质	(406)
二、大豆皂苷的生理功能特性	(412)
三、大豆皂苷的制备及检测	(420)
四、大豆皂苷在食品工业中的应用	(428)
参考文献	(430)

绪 论

一、大豆的分类与分布

大豆在古代是我国七大粮食作物之一,也是我国四大油料作物之一,也是蛋白质的重要资源,自古以来人们就用大豆作食品。

大豆在我国古代称为“菽”。英语里的“大豆”(Soybean)、还有俄语和拉丁语中的“大豆”都是中国“菽”的译音。中国是大豆的故乡,这是世界公认的。Herbert. W. Johnson 在《美国大百科全书》中写道“大豆是中国文明基础的五谷(稻、豆、麦、稷、黍)之一”。在《苏联大百科全书》也有“栽培大豆起源于中国,中国在五千年以前就已开始栽培这个作物……”的记载。我国农业开创于新石器时代,据考证,当初栽培的主要作物中就有大豆,距今已有五六千年了。在商代的甲骨文上也发现了有关大豆的记载。人们曾经认为中国东北是大豆的发源地,后经考古发现,云贵高原和江南等地也是大豆的发源地。在山西侯马出土过商代的大豆化石。在周代,大豆也占有相当的地位。在汉代《齐民要术》中不但已经有了关于大豆的记载,还详细地记载了大豆以及大豆发酵制品的加工技术。秦汉以后,“大豆”一词代替了“菽”字,并得到广泛应用。“大豆”一词最先见于《神农书》的《八谷生长篇》:“大豆生于槐,出于汨石云山谷中,九十日花,六十日熟,凡一百五十日成”。自汉代以后,我国大豆的种植面积不断扩大,产量也不断增加。

大约在公元前 200 年的秦朝时代,中国大豆自华北传至朝鲜,而后自朝鲜又传至日本。日本南部的大豆,可能是直接由商船自华东一带运去的。华北和华中地区的大豆还向南传至印度尼西亚、印度、越南等。1712 年,德国植物学家首次将大豆自日本引入

欧洲。清代乾隆 5 年(公元 1740 年)法国传教士曾将中国大豆引至巴黎试种。1790 年在英国皇家植物园首次试种大豆。1840 年传入意大利。清代咸丰 5 年(公元 1855 年),法国一位领事又从中国引进大豆种子,经巴黎远方植物学会推荐,开始在欧洲大陆作为大田作物试种。1874 年俄国才有开始种植大豆的记载。

大豆传到美国是在 17 世纪末 18 世纪初。1804 年,有人从兴趣出发在美国种植大豆。以后,美国不断有人自日本和中国引入大豆品种小量试种。直到 1882 年,才有人进行生产性种植,当时只是作为饲料作物。1910 年,美国已经掌握了 280 个中国大豆品种。到 1931 年从东南亚已搜集到 4578 个大豆品种。1915 年,美国大豆首次进入食用领域。1929 年,美国已有 25 万多公顷大豆。1941 年,第二次世界大战爆发后,美国由于国内食用油缺乏,开始大规模种植大豆。1908 年,巴西也引进了大豆,并很快转入了生产性种植。

大豆含有丰富的营养成分,大约含有 40% 蛋白质、18% 脂肪、17% 碳水化合物,此外,还含有丰富的维生素,营养价值非其它植物性食品可比。但大豆的组织坚固,具有独特的气味,并含有对生理有害的物质,因此食用时必须进行适当的加工,制成大豆制品。

(一) 大豆的分类

大豆本是野生植物,野生大豆的茎细长,爬蔓缠绕,叫蔓大豆,其果实为一种黑色的小粒和现在食用大豆的形状显然不同。蔓大豆和现在种植的大豆之间,有过渡型,称半种植大豆。其爬蔓性状、颗粒重量等接近于种植大豆。野生大豆、半种植大豆、种植大豆可以互相杂交。

大豆不像水稻那样由于历史、地理的原因,在遗传上产生明显的差异,而形成各种类型的水稻。但大豆种植历史悠久用途广泛,品种很多,因此分类方法也很不一致。现将与大豆种子有关的一些分类方法介绍如下。

1. 按生长季节分类

按大豆的生长季节可分为春大豆、夏大豆、秋大豆、冬大豆四类。

(1) 春大豆。指春季播种的大豆品种。在我国主要分布于华北、西北及东北地区。大豆春播秋收,一年一熟。

(2) 夏大豆。指夏季播种的大豆品种。在我国主要分布于黄淮流域、长江流域以及偏南地区。

(3) 秋大豆。指秋季播种的大豆品种。在我国主要分布于浙江、江西、湖南三省的南部及福建、广东的北部,多于7月底8月初播种,11月上旬成熟。

(4) 冬大豆。指冬季播种的大豆品种。在我国主要分布于广东、广西的南半部,多在八月播种,次年3、4月收获。

2. 按种子形状分类

按种子形状可分为圆形、椭圆形、扁椭圆形、长椭圆形等。鉴别种粒的形状可根据大豆的长(以脐面为标准)、宽(子叶的宽)、厚(两个子叶的厚)三度测定,指用(长/宽)×(长/厚)的粒形指数来描述种粒形状。指数愈大,说明长、宽、厚的差值愈大。粒形不同,粒形指数也不一样,种粒愈圆,粒形指数愈小。

(1) 圆形种。种子的长与宽相差1mm以内(宽厚相当),粒形指数近乎1。

(2) 椭圆种。种子的长与宽相差1.1~1.9mm(宽厚相当)。

(3) 长椭圆种。种子的长与宽相差2mm以上(宽厚相当),粒形指数大于1。

3. 按种皮色泽分类

按种皮色泽可分为黄、青、黑、褐、双色五种。

(1) 黄大豆。分白黄、淡黄、浓黄、暗黄五种。我国生产的大豆绝大部分为黄色。

(2) 青大豆。分绿、淡绿、暗绿三种。包括青皮青仁大豆和青皮黄仁大豆。

(3) 黑大豆。分黑、乌黑两种。包括黑皮青仁大豆、黑皮黄仁

大豆。

(4) 褐大豆。分茶、淡褐、褐、深褐、紫红色五种。

(5) 双色豆。大体分鞍挂、虎斑两种。

4. 按种粒大小分类

大豆种粒大小,品种之间变化较大。衡量种粒大小,有重量法、种粒大小指数法和圆孔筛区分法三种。

(1) 重量法。通常用百粒重[即 100 粒种子的质量(g)]表示。可将大豆分为大粒、中粒和小粒三种。100 粒重在 20g 以上为大粒种,100 粒重在 14~20g 为中粒种,100 粒重在 14g 以下为小粒种。

(2) 种粒大小指数法。以种子的长 $\times$ 宽 $\times$ 厚之积来表示。大粒种的指数在 301 以上,中粒种在 151~300 之间,小粒种在 150 以下。

(3) 圆孔筛区分法。这种方法多在流通领域中使用。这种方法将大豆分为五种,即特大粒、大粒、中粒、小粒和极小粒。它是用圆孔筛对试样过筛,留在筛上的样品重应占全部样品重的 70% 以上。筛孔的直径分别为 7.9mm、7.3mm、5.5mm 和 4.9mm。如:样品重的 70% 以上若在 7.9mm 圆孔筛之上即为特大粒;以下以此类推,样品在 4.9mm 圆孔筛上的重量达不到 70%,则为极小粒。

5. 按生育成熟期分类

按这种方法可将大豆分为:极早熟大豆、早熟大豆、中熟大豆和晚熟大豆。

(1) 极早熟大豆。生育期(出苗至成熟的日数)为 110d 以内。

(2) 早熟大豆。生育期为 111~120d。

(3) 中熟大豆。生育期为 121~130d。

(4) 晚熟大豆。生育期为 121~140d。

6. 按大豆的主要化学组成分类

蛋白质和脂肪是大豆的两大组成物质。因此,近年来一种以

脂肪或蛋白质为依据的分类方法随之产生。

(1) 脂肪型大豆。脂肪含量高达 20% 以上的大豆。

(2) 蛋白型大豆。蛋白质含量高达 45% 以上的大豆。

这种分类方法对大豆的贮藏、运输及加工是非常有意义的。

7. 按是否基因转化分类

(1) 普通大豆。没有经过转基因的普通种植大豆。欧洲各国和亚洲各国种植的大豆绝大多数是普通大豆。

(2) 转基因大豆。通过基因的转变,使其中的某种成分增加或减少的大豆。转基因大豆在美国种植面积最大。转基因大豆可以按食品加工的特殊要求进行培育,如高蛋白大豆、低饱和脂肪大豆、无脂肪氧合酶的大豆、低亚麻酸的大豆等。

(二) 大豆的分布

目前,世界上已有 52 个国家和地区种植大豆。表 1 列出了世界大豆主产国几十年来的大豆生产情况。从所列数据可看出,几十年的时间,大豆生产发展极为迅速,从 1960 年到 2001 年,世界总产量增加了近 8 倍,其中以美国、巴西、阿根廷的发展速度为最快,美国增加了 5 倍多,巴西增加了 200 多倍,阿根廷增加了 2 000 多倍。我国作为大豆的发源地,产量的增加不足 2 倍,发展速度远远慢于世界总产量的增加。中国大豆的产量已落后于美国、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。

表 1 世界大豆主产国的大豆产量 单位: 万 t

年份	世界总产量	中国	美国	巴西	阿根廷
1935		880.0	133.4		
1960	2 372.8	857.4	1 510.6	20.6	1.2
1970	4 633.0	1 142.9	3 067.5	150.9	2.7
1971			3 200.0	207.7	5.9

续表

年份	世界总产量	中国	美国	巴西	阿根廷
1972			3 458.1	366.6	7.8
1973			4 210.8	500.0	27.2
1974			3 306.2	750.0	49.6
1975	6 296.5		4 140.6	971.7	48.5
1978	7 219.5	1 325.0	4 809.7	954.1	270.0
1979	7 725.1	759.0	5 086.9	1 006.0	360.0
1980	9 370.3	748.6	6 122.0	1 515.3	360.0
1981	8 078.4	795.6	4 877.2	1 520.0	350.0
1982	8 621.5	934.5	5 443.5	1 280.0	400.0
1983	9 484.3	871.5	6 196.9	1 460.0	340.0
1984	9 059.1	1 001.0	5 175.3	1 525.0	
1987	9 804.0	1 161.0	5 711.0	1 650.0	780.0
1988	10 317.0	1 117.3	5 233.0	1 805.0	990.0
1989	9 341.0	1 158.3	4 188.0	2 100.0	850.0
1990	10 720.0	1 080.0	5 244.0	2 050.0	1 050.0
1995	12 439.0	1 350.0	5 924.0	2 340.0	1 264.0
1996	13 164.0	1 322.0	6 484.0	2 730.0	1 120.0
1997	15 775.0	1 473.0	7 318.0	3 250.0	1 828.0
1998	15 893.0	1 500.0	7 460.0	3 100.0	1 999.0
1999	15 947.0	1 429.0	7 220.0	3 200.0	2 070.0
2000	17 494.0	1 540.0	7 506.0	3 900.0	2 750.0
2001	18 407.0	1 545.0	7 867.0	4 350.0	2 875.0

我国的大豆生产主要集中在东北和华北地区,其它地区也有栽培,仅在甘肃、青海、西藏、内蒙古一些高原地区不能生长。大豆在我国的分布可划分为 3 个大区和 10 个小区。

1. 北方熟春播大豆区

(1) 东北春播大豆亚区

(2) 北部高原春播大豆亚区

- (3) 西北春播大豆亚区
- 2. 黄淮流域复种夏播大豆区
 - (1) 冀晋中部夏、春播大豆亚区
 - (2) 黄淮流域夏播大豆亚区
- 3. 南方夏种多播期大豆区
 - (1) 长江流域夏、春播大豆亚区
 - (2) 东南部春、夏、秋播大豆亚区
 - (3) 中南部春、夏、秋播大豆亚区
 - (4) 西南高原春播大豆亚区
 - (5) 华南复种多播期大豆亚区

二、大豆的结构与成分

(一) 大豆的种子结构

大豆的种子由种皮、子叶、种胚组成,成熟的大豆种子只有种皮和胚两部分,是典型的双子叶无胚乳种子。图 1 是大豆的种子结构,图 2 是大豆剖面结构示意图。

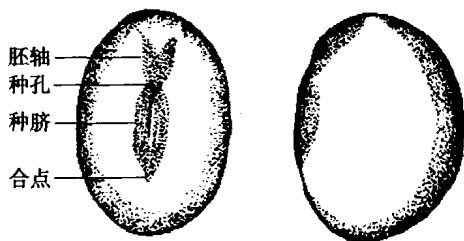


图 1 大豆的种子结构

1. 种皮

大豆种皮位于种子的表面,对种子具有保护作用,是由胚珠发育而成的。大多数品种种皮表面光滑,有的有蜡粉或泥膜。种皮呈不同颜色,其上还附有种脐、种孔和合点等结构。不同品种种脐的形态、颜色、大小略有差别。在种脐下部有一凹陷的小点称为合点,是珠柄维管束与种胚连接处的痕迹。脐上端可明显地透视出胚芽和胚根的部位,二者之间有一个小孔眼,种子发芽时,幼小的胚根由此小孔伸出,故称此小孔为种孔或珠孔或发芽孔。

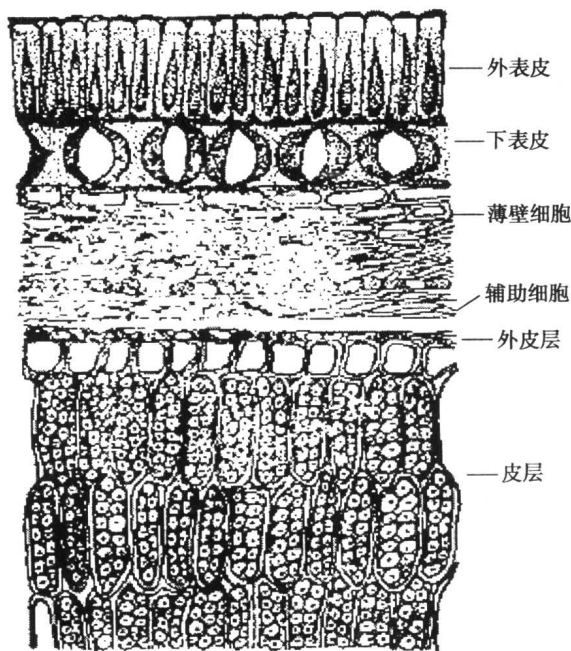


图 2 大豆剖面结构示意图

大豆种子的种皮从外向内有四层形状不同的细胞组织构成。

(1) 栅状细胞组织：最外层为栅状细胞组织，由一层似栅状排列整齐的长条形细胞组成，细胞长约 40~60mm。栅状细胞内含有色素，决定种皮的颜色。外壁很厚为外皮层。其最外层为角质层，胞壁坚硬。

(2) 圆柱状细胞组织：靠近栅状细胞的是圆柱状细胞组织，由两头较宽而中间较窄的细胞组成，长约 30~50mm，细胞间有空隙。在泡豆时，此细胞膨胀极大。

(3) 海绵组织：再里一层是海绵组织，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：最里层是糊粉层，是由类似长方形细胞组成，壁

厚。对于没有完全成熟的大豆籽粒,其种皮的最里层是一层压缩胚乳细胞。

种皮约占整个大豆粒质量的 8%。

2. 胚

大豆种子的胚由胚根、胚轴(茎)、胚芽和两枚子叶四部分组成。胚根、胚轴和胚芽三部分约占整个大豆籽粒质量的 2%。大豆子叶是主要的可食部分,约占整个大豆籽粒质量的 90%。子叶的表面由小型的正方形细胞组成表皮,其下面有 2~3 层稍呈长形的栅状细胞。栅状细胞的下面为柔软细胞,是大豆子叶的主体。

大豆种皮除糊粉层含有一定量的蛋白质和脂肪外,其它部分几乎都是由纤维素、半纤维素、果胶质等所组成。而胚——胚根、胚轴、胚芽、子叶则主要以蛋白质、脂肪、碳水化合物为主。表 2 为大豆种子的主要成分。

部位	水分	粗蛋白*	碳水化合物	粗脂肪	灰分
整粒	11.0	38.8	27.3	18.5	4.3
子叶	11.4	41.5	23.0	20.2	4.4
种皮	13.5	8.4	74.3	0.9	3.7
胚	12.0	39.3	35.2	10.0	3.9

* 粗蛋白含量以含氮量 $\times 6.25$ 计。

(二) 大豆中的营养素

大豆的主要营养成分有:蛋白质、脂肪、糖类、矿物质、磷脂和维生素等,其含量与大豆的品种、产地、收获时间等有密切关系。表 3 是几种国产大豆的主要营养成分,表 4 是几种国产大豆的无机盐和维生素含量。

1. 蛋白质

蛋白质是大豆最重要的成分之一。依品种不同,大豆的蛋白质含量有较大的差别。我国的大豆蛋白质含量一般在 40% 左右,