

大豆加工 与 综合利用

费家骅 徐昌 李林 编著

广西科学技术出版社

大豆加工与综合利用

编著者 费家骅 徐 昌 李 林

广西科学技术出版社

大豆加工与综合利用

费家骅 徐昌 李林 编著

广西科学技术出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行

广西地质印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张9.5 字数211,000

1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷

印数：1—1,000册

ISBN 7-80565-273-2

TS·12

定价：3.05元

序

由我国著名大豆专家费家骅研究员与我区中年科技人员徐昌等同志编著的《大豆加工与综合利用》一书出版了。本书系统阐述了大豆的营养价值及国内外大豆加工利用的现状、工艺技术和发展趋势。书内介绍的大豆油脂及蛋白质的提取加工，有传统工艺又有最新工艺技术；既有大中型企业能够办得到的工艺技术又有小型企业甚至个体专业户能够办到的工艺技术及产品，因此本书不但具有系统性、理论性，还具有实践指导性。

大豆是广西重要的旱地作物之一，广西农民有种植大豆的习惯，尤其在山区，人们常常把大豆与玉米、甘蔗、木薯等作物间套种。广西大豆品种类型多样，蛋白质含量高，如平果县的“珍珠豆”在中华人民共和国建立前就以粒圆、色黄、蛋白质含量高，加工出的豆制品味美而出口东南亚。但历史上广西大豆种植面积不大，据1950年的统计，全区大豆种植面积仅89.57万亩，总产大豆3.67万吨。建国后的一段时期内发展也不快，党的十一届三中全会后，大豆生产迅速发展，1982年全区大豆种植面积达409.7万亩，总产大豆21.5万吨，近年来保持在300~400万亩之间，发展潜力很大。广西大豆加工有悠久的历史，有些传统豆制品如桂林豆腐乳，其独特的风味，在国内外也久负盛名。进入80年代后，我区大豆加工有了新的发展，梧州市冰泉牌豆浆晶已畅销国内外，来宾县象山牌腐竹也已打入国际市场，深受用户欢

迎，近年来我区还生产了豆奶、维他奶等新一代产品，但是广西大豆在油脂加工方面仍然比较落后，在大豆深加工及综合利用方面还做得很不够。随着商品经济的不断发展、随着人们生活水平的不断提高，在改革开放方针的指引下，广西大豆加工必将得到进一步的发展。本书的出版，无疑将对广西大豆加工业的发展起着推动作用，对山区人民脱贫致富和振兴广西起着推动作用。

一九八九年八月

前言

大豆加工业在我国已有二千多年历史，公元前174年前汉有淮南王刘安作豆腐的记载，明朝李时珍著的《本草纲目》中也提到制豆腐的方法。近年来由于蛋白质缺乏，植物蛋白工业引起世界重视，日本从大豆中提取的蛋白就占食用蛋白量的12~13%；美国的成品食物中，含大豆制品的约占40%。世界各地大豆加工的科研成果不断涌现，不仅应用于畜牧业、油脂业、豆腐业，而且进一步扩展到饮料工业和食品业。大豆蛋白食品种类达1300余种，成为当前世界蛋白食品工业的主力军。

本书搜集介绍国内外最新科研成果及近代革新产品，并以大豆食品为重点，同时介绍豆油、豆蛋白生产革新工艺，着重于当前国内可以小型生产应用者，适于乡镇企业、山区、偏僻乡区的集体户、个体户等。在编写时力求简略通俗，在介绍每种产品的实际操作工艺时，辅助必要的基础理论，适合于初中以上文化者阅读。

本书内容主要有豆类油脂的生产、油脂加工、油脂新产品、植物蛋白特性及一般常识，植物蛋白食品产品加工和应用。维他豆奶、豆腐、内脂豆腐、页豆腐、豆腐皮、豆腐乳、豆酱、酱油、豆粉等生产工艺，以及近代发展的全脂豆粉、脱脂豆粉、速溶豆粉、浓缩豆蛋白、分离豆蛋白、组织豆蛋白等生产工艺，成分分析，营养价值，功能性质和用途。上述主要内容，近年来曾在江苏、浙江、山东和广西等省（区）分别通过科研成果鉴定，并已建厂生产。在1978~

1987年南方大豆科研协作会、全国大豆科研学术报告会上曾先后通过学术报告，获得各方提供的大量资料，并提出不少宝贵意见，也得到有关部门的很多帮助。本书的出版，还得到了广西壮族自治区党委副书记陶爱英同志的关怀与支持，特此表示谢忱。

编 者

目 录

前言	1
第一章 绪论	1
第一节 大豆的营养	1
第二节 大豆综合利用概况	15
第三节 国内外大豆加工概况	25
第二章 豆油的生产	32
第一节 豆油	33
第二节 传统的榨油法	34
第三节 浸出低温脱溶法	36
第四节 四种主要脱溶方法和设备	37
第五节 几种最新取油工艺	46
第六节 国内外大豆油脂工业概况	49
第七节 大豆油的精炼	53
第八节 大豆油脂及豆粕	67
第九节 豆油下脚的综合利用	80
第三章 大豆蛋白	94
第一节 世界大豆蛋白的发展情况	94
第二节 大豆蛋白质的性质	103
第三节 大豆蛋白的特性	109
第四节 影响大豆蛋白提取的因素	112
第五节 大豆蛋白的功能特征	114
第四章 大豆组织蛋白	131
第一节 大豆组织蛋白的定义	131
第二节 制造方法	132
第三节 注意事项	136

第四节	营养价值	137
第五节	用途	138
第六节	纤维大豆蛋白	140
第五章	大豆浓缩蛋白	143
第一节	大豆浓缩蛋白的定义	143
第二节	研究大豆浓缩蛋白要解决的技术关键	144
第三节	生产大豆浓缩蛋白的工艺	146
第四节	注意事项	149
第五节	成分分析	151
第六节	营养价值	152
第七节	用途	153
第八节	运用工业化滤膜体系生产浓缩大豆蛋白和分离蛋白	154
第九节	劳享等人的大豆浓缩蛋白实验	161
第六章	大豆分离蛋白	167
第一节	大豆分离蛋白的定义	167
第二节	大豆分离蛋白的制取	167
第三节	有关大豆分离蛋白的几项计算	173
第四节	大豆分离蛋白的分析	174
第五节	注意事项	175
第六节	营养价值	179
第七节	性质	184
第八节	改进和研究	185
第七章	豆腐	189
第一节	豆浆	189
第二节	豆腐	192
第三节	内酯豆腐的特点	204
第四节	豆腐生产机械化	206
第五节	豆腐脑	214
第八章	几种传统豆制品	216

第一节	豆乳及酸豆乳·····	216
第二节	豆腐制品·····	221
第三节	豆腐乳·····	229
第四节	豆酱 酱油 豆豉·····	236
第五节	几种新颖豆制品·····	247
第六节	大豆粉·····	250
第九章	速溶豆浆粉·····	266
第一节	速溶豆浆粉·····	266
第二节	大豆蛋白的豆腥味及其脱除·····	278
第十章	大豆综合利用·····	282
第一节	豆腐废水·····	282
第二节	豆渣·····	285
参考文献	·····	286
后记	·····	290

第一章 绪 论

第一节 大豆的营养

大豆含有18~21%油脂和40~50%蛋白质，既是重要的油料作物，又是人类植物蛋白的主要来源。目前世界年产大豆总量已超过9千多万吨，发展大豆生产已成为解决世界蛋白质严重缺乏的主要途径。因为单位土地面积上的大豆所提供的蛋白质数量最多，一般每亩年产大豆104.6公斤，可得蛋白35.6公斤；而种小麦每亩生产蛋白仅8.07公斤；种谷子所得蛋白只有4.82公斤。大豆蛋白不仅产量高，而且质量好。1公斤大豆蛋白质价值分别相当于2公斤牛肉或鸡肉；4.5公斤瘦猪肉；12公斤牛奶或5公斤面包所含的蛋白质的营养价值。又据资料介绍，种1公顷牧草提供牛肉只能满足1人77天的蛋白质需要量；种1公顷小麦能满足1人877天的蛋白质需要；而种1公顷大豆则能满足1人2224天的蛋白质需要量。

大豆种子含有丰富的蛋白质和脂肪，为各类作物之首。我国东北地区的春大豆脂肪含量较高，一般为20~23%，蛋白质含量稍低，一般在35~45%；南方夏大豆蛋白质含量高于东北春大豆，而脂肪含量相应低于东北大豆。中国农科院油料所（1976）对湖北省368份夏大豆、8份春大豆的化学成

分分析结果，脂肪平均含量分别为17.86%（春）与15.06%（夏）；春、夏大豆蛋白质平均含量分别为41.3%和43%。1980年江苏省农科院分析了1305份大豆品种，其中88份是全国各地代表性品种，1217份为江苏省当地品种，在109份夏大豆中，平均蛋白质含量为 $44.1\% \pm 1.7\%$ ，脂肪含量为 $17.8\% \pm 1.4\%$ 。蛋白质含量夏大豆高于春大豆，个别夏大豆品种的蛋白质含量高达50%。1987年广西玉米研究所对广西71份春大豆农家品种分析，蛋白质平均含量为43.88%，脂肪平均含量为18.42%，说明南方春大豆的蛋白质含量有随纬度降低而增加的趋势。由于南方夏大豆生育期间正值高温多雨，适于高蛋白形成，而北方春大豆生育期间气温凉爽少雨，适于高脂肪低蛋白的形成，所以蛋白质含量夏大豆高于东北春大豆；南方夏大豆品种又高于北方品种。脂肪含量恰与蛋白质相反。大豆种子的脂肪、蛋白质含量与产地的纬度分别呈正、负相关关系。

不同夏大豆化学成分也有很大的差异。就江苏省1009份夏大豆各种粒色分析结果看：青种皮大豆的蛋白质含量最高，平均为 $44.77\% \pm 1.85\%$ ；双色豆为 $44.14\% \pm 1.4\%$ ，黄色豆为 $43.76\% \pm 1.71\%$ ；黑色豆为 $43.69\% \pm 1.89\%$ ；最低的是褐色豆，平均含量为 $43.41\% \pm 1.82\%$ （见表1）。

不同粒色的大豆的脂肪含量。由高到低的次序为：褐>黄>黑>青>双色。蛋白质和脂肪总含量由高到低，依次为青>褐>黄>双色>黑。取种子百粒重相同的青色豆和黄色豆进行比较，蛋白质含量仍是青色豆明显超过黄色豆，脂肪含量黄皮豆仍稍高于青皮豆（见表2和表3）。

紫花大豆种子的蛋白质含量高于白花大豆种子，紫花大豆种子的脂肪含量低于白花大豆种子。

表1 不同粒色大豆品种的蛋白质含量比较

材 料		平均含量(%)	差 异	
粒色	份数			
青	192	44.77±1.85		
双色	11	44.14±1.45	0.63	(1.39)±0.13
黄	660	43.76±1.71	1.01 **	(6.78)±0.33(0.87)
黑	60	43.69±1.87	1.08 **	(3.84)±0.45(0.90)0.07(0.27)
褐	76	43.41±1.82	1.36 **	(5.48)±0.73(1.52)0.35(1.59)0.28(0.86)

表2 不同粒色大豆品种的脂肪含量比较

材 料		平均含量(%)	差 异	
粒色	份数			
褐	76	18.42±1.24		
黄	660	17.86±1.43	0.56*	(3.66)±0.05
黑	60	17.82±1.85	0.60 **	(2.15)±0.04(0.16)
青	192	17.81±1.28	0.61 **	(3.59)±0.05(0.46)
双色	11	17.41±1.76	1.01 **	(1.84)±0.45(0.84)0.41(0.70)0.40(0.74)

表3 不同粒色品种的蛋白质和脂肪总含量比较

材 料		平均含量(%)	差 异
粒色	份数		
青	192	62.58±1.73	
褐	76	61.83±1.64	0.75 * (2.18)
黄	660	61.62±1.31	0.96 ** (3.42) 0.21(0.72)
双色	11	61.55±1.86	1.03 ** (4.01) 0.28(0.63) 0.07(0.40)
黑	60	61.51±1.52	1.07 ** (3.56) 0.32(1.05) 0.11(0.56) 0.04(0.32)

一、大豆植株成分

大豆植株，无论是鲜植株还是干植株，都含有丰富的营养，可作为理想的畜禽饲料，并将大豆植株各部位的化学成分列于下表。

表4 大豆植株各部分的化学成分(%)

化学成分	新 鲜 植 株				干 植 株			
	茎	叶	荚	全株	茎	叶	荚	全株
总含量	25.45	40.18	34.37	100	26.87	41.35	31.78	100
水 分	18.39	29.60	24.91	72.90	—	—	—	—
氮素全量	0.05	0.19	0.29	0.53	0.21	0.71	1.00	1.92
蛋白质	0.34	1.15	1.63	3.12	1.29	0.43	6.24	11.96
含氮物质	0.27	1.03	1.38	2.68	0.34	3.98	5.29	9.61
脂 肪	0.07	0.42	0.57	1.06	0.28	1.62	2.18	4.08
醣 类	2.19	2.39	2.34	6.92	8.29	9.25	6.98	24.52
无氮物	1.33	3.49	1.38	6.20	5.01	8.88	3.29	17.18
纤 维	2.81	1.91	1.87	6.59	10.16	7.39	4.72	22.27
灰 分	—	—	—	—	1.29	5.09	2.08	8.46

二、大豆种子成分

就大豆种子各部分重量的百分比而言，荚壳约占8%，种皮2%，种仁90%，其中种仁的2/3为脂肪和蛋白质，只有极少量的淀粉质。全粒种子成分列表如下。

表5 大豆种子构成(%)

部 位	水 分	粗蛋白 (N×6.25)	碳水化合 物	粗脂肪	灰 分	其 它
全 粒	(5~19)	(36~50)	(14~24)	(13~24)	(3~6)	
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
全粒均值	9	40	17.0	18	4.6	11.4

三、大豆蛋白质

大豆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 ），称为蛋白体糊粉粒，蛋白体的98%为蛋白质和少量的脂肪与植酸。

大豆蛋白质为多种氨基酸所组成。天然氨基酸，目前已知的有24种，而大豆籽粒中至少有17种（见表6）。

从营养的角度看，氨基酸可分为两大类，即必需的和非必需的氨基酸。必需的氨基酸是人体不能合成的氨基酸，人们只能从食物中摄取。必需的氨基酸包括赖氨酸、色氨酸、组氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、蛋

表 6 栽培大豆氨基酸含量(%) (吉林省农业科学院大豆所, 1980)

名 称	含 量	名 称	含 量	名 称	含 量
蛋白质	39.75	丙氨酸	2.59	酪氨酸	2.02
天冬氨酸	5.64	胱氨酸	0.45	苯丙氨酸	3.42
苏氨酸	1.70	缬氨酸	2.28	赖氨酸	2.67
丝氨酸	2.19	蛋氨酸	0.70	组氨酸	1.05
谷氨酸	9.01	异亮氨酸	2.02	精氨酸	2.98
甘氨酸	1.72	亮氨酸	3.96	脯氨酸	1.18

氨酸、精氨酸等10种。大豆蛋白质由于氨基酸种类完全, 故称“完全蛋白质”。与其它植物蛋白质比较, 其所含氨基酸的量除蛋氨酸不足以外, 赖氨酸含量高, 其它氨基酸也比较多, 最合乎人类及禽畜的需要。现就大豆和玉米的氨基酸含量比较如下表。

表 7 去皮大豆和玉米的氨基酸含量比较 (Cowan, 1973)

氨基酸 \ 作物	去皮大豆	玉米	氨基酸 \ 作物	去皮大豆	玉米
色氨酸	1.5	0.58	苯丙氨酸	4.5	4.1
胱氨酸	0.9	1.3	苏氨酸	3.6	3.0
蛋氨酸	1.1	1.5	亮氨酸	6.8	11.2
赖氨酸	6.1	2.6	缬氨酸	4.3	3.9
精氨酸	6.7	3.7	甘氨酸	3.7	2.9
组氨酸	2.2	2.4	谷氨酸	15.7	14.1
酪氨酸	3.3	3.6	蛋白质	48.7	9.3

在大豆蛋白质中，60%以上是球朊、谷朊与白朊为少量，未变性的大豆蛋白有90%左右可以用水抽提，抽提的蛋白质在其等电点时（pH值在4.2~4.8）可以沉淀析出，称为酸沉淀蛋白或球蛋白。

大豆粕的蛋白质中氨基酸种类和含量也都好于棉籽饼、花生饼（表8）。

表8 大豆饼、棉籽饼和花生饼的氨基酸种类及含量(%)
(Mitchell, 1946)

种 类	大豆饼	棉籽饼	花生饼	种 类	大豆饼	棉籽饼	花生饼
蛋 白 质	45.00	42.00	45.00	胱 氨 酸	0.85	0.84	0.72
精 氨 酸	3.19	3.11	4.46	蛋 氨 酸	0.90	0.88	0.54
组 氨 酸	1.03	1.09	0.95	苏 氨 酸	1.80	1.26	0.68
赖 氨 酸	2.61	1.13	1.35	亮 氨 酸	2.97	2.10	3.15
酪 氨 酸	1.85	1.34	1.98	异亮氨酸	2.11	1.43	1.35
色 氨 酸	0.54	0.55	0.45	缬 氨 酸	1.89	1.55	3.60
苯丙氨酸	2.57	2.86	2.43				

四、大豆油

大豆种子含油量很高，消化率也高于其他食用油类，为98.5%。但豆油脂肪酸中，一般含有较多的亚麻油酸（见表9），此种不饱和酸易使大豆油在储存过程中因氧化而变质。因此，选育亚麻酸低于4%的新品种，也是大豆育种者的任务。同时在豆油加工时要注意降低亚麻油酸对豆油变质