

A white ceramic bowl filled with pea soup, topped with a meatball and vegetables, served on a red plate with a spoon.

豆制品

营养丰富 食用方便
价格便宜 常年加工



文献出版社
CAL DOCUMENTATION PRESS

现代豆制品加工技术

主 编 付有利

副主编 李昌文 李素云 姜春鹏



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

现代豆制品加工技术/付有利主编. —北京:科学技术文献出版社, 2011. 10
ISBN 978-7-5023-7044-2

I. ①现… II. ①付… III. ①豆制品加工 IV. ①TS214. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 202294 号

现代豆制品加工技术

策划编辑:周国臻 责任编辑:周国臻 马 帅 责任校对:赵文珍 责任出版:王杰馨

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号 邮编 100038
编 务 部 (010)58882938, 58882087(传真)
发 行 部 (010)58882868, 58882866(传真)
邮 购 部 (010)58882873
网 址 <http://www.stdp.com.cn>
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司
版 次 2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷
开 本 850×1168 1/32 开
字 数 296 千
印 张 11.25
书 号 ISBN 978-7-5023-7044-2
定 价 32.00 元



版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

前 言

豆制品是我国居民传统的副食品之一,具有品种繁多、营养丰富、食用方便、价格便宜、常年加工、常年供应的特点,深受广大人民群众喜爱。随着经济的发展和人们生活水平的提高,消费者对豆制品的需求不断增长,豆制品加工已成为飞速发展的一个领域,有着广阔的发展空间。但目前高等院校食品工艺专业的教材尚未涉及这一方面。因此我们组织部分食品专业教师编写了本书,以适应食品工业的新发展。

全书共分7章,由河南省商业科学研究所有限公司付有利高级工程师任主编,并编写第1章、第2章和第3章;郑州轻工业学院李昌文、李素云和姜春鹏任副主编,李昌文编写第6章、第7章、第4章第2节,李素云编写第5章,姜春鹏编写第4章第1节、第3节和第4节;最后由付有利负责全书的统稿。

本教材在编写过程中参考了有关文献和专著,在此对这些文献和专著的作者及大力支持本书编写和出版工作的科学技术文献出版社表示衷心感谢!

限于编者水平,书中错误、缺点在所难免,敬请专家和广大读者批评指正,以便修订改正。

付有利 于郑州

2011年9月

目 录

第1章 绪论	1
第1节 大豆的结构.....	1
第2节 大豆的化学组成.....	2
第3节 大豆制品概念与分类	11
第4节 大豆蛋白质基本知识	15
第2章 豆制品加工辅料、预处理技术与卫生要求	22
第1节 加工辅料	22
第2节 预处理技术	26
第3节 豆制品加工生产卫生要求	34
第3章 非发酵豆制品	37
第1节 豆腐制品	37
第2节 豆腐干制品	41
第3节 素制品	51
第4节 腐 竹	64
第4章 发酵豆制品	78
第1节 腐 乳	78
第2节 豆 豉	92
第3节 大豆酱.....	102
第4节 酱 油.....	112
第5章 豆类饮料加工	129
第1节 发酵饮料.....	129
第2节 固体饮料.....	163
第3节 普通豆类饮料.....	195
第6章 新型豆制品加工	231

第 1 节	纳豆加工	231
第 2 节	豆类小食品加工	236
第 3 节	功能性豆类制品	254
第 7 章	大豆加工副产物综合利用	328
第 1 节	豆腐渣的综合利用	328
第 2 节	油脚提取脂肪酸	338
第 3 节	大豆饼的综合利用	342
主要参考文献		346

第1章 绪 论

豆类的种类很多,如大豆、花生、小豆、豌豆、芸豆、绿豆、豇豆等。大豆因皮色不同又分为黄豆、青豆、黑豆等,此外,还有褐色、茶色、赤色等大豆。在众多的豆类品种中,目前不论在加工品的品种、质量上,还是在加工深度、加工技术成熟程度上,均以大豆,特别是黄豆为最优,其次是花生,其他豆类目前的加工深度还不太大。所以本书主要以大豆为主要原料进行叙述。

大豆在我国栽培历史非常悠久。据考证,5 000 年前我国已有大豆栽培,商代的甲骨文中就有有关大豆的记载,周代已占有相当地位,汉代以后,我国大豆种植面积不断扩大,产量也不断提高。目前,大豆在我国种植广泛,全国有 24 个产区,上千个品种。产地主要集中在东北的松辽平原及华中的黄淮平原。根据我国各地的自然条件和栽培制度,可将大豆产区划分为 5 个大区:北方一年一熟春大豆区、黄淮流域夏大豆区、长江流域夏大豆区、长江以南秋大豆区、南方大豆两熟区。

第1节 大豆的结构

大豆为一年生草本植物,各地气候和栽培条件不同,品种也不同。大豆籽粒由种皮、子叶和胚 3 部分构成,各个组成部分由于细胞组织形态不同,其构成物质也有很大差异。

一、种皮

种皮位于种子的表面,对种子起保护作用。种皮从外向内有 4 层形状不同的细胞组织构成,最内层是糊粉层。大豆种皮除糊

粉层含有一定量的蛋白质和脂肪外,其余部分几乎都是由纤维素、半纤维素、果胶质等构成的。种皮约占整个大豆籽粒质量的8%。

二、胚

胚由胚芽、胚轴、胚根3部分构成,约占整个大豆籽粒质量的2%。胚是具有活性的幼小植物体,当外在条件适宜时便可萌发、生长。

三、子叶

子叶又称豆瓣,约占整个大豆籽粒质量的90%。子叶表面的第一层是由小型的正方形细胞组成的表皮,其下面是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。显微结构测试表明:白色袋装的细胞为细胞壁(Cu);细胞内白色的细小颗粒为圆球体(spherosomes),内部蓄积有中性脂肪;散在细胞内的黑色团块为蛋白体(PB),其中储存有丰富的蛋白质。

第2节 大豆的化学组成

大豆的主要化学组分约为蛋白质40%,脂肪20%,碳水化合物20%,水分10%,粗纤维5%,灰分5%,另含多种矿物质和维生素。其中,蛋白质和脂肪2种成分就占60%以上。不同品种和产地的大豆,各成分含量会有一定差异。

构成大豆籽粒的3个部分,即种皮、胚和子叶,各部分化学组成也有很大差别(见表1-1)。

一、大豆油脂的组成

大豆油脂,即大豆所含的脂肪,是由脂肪酸与甘油所组成,属于酯类化合物,在常温下为黄色液体。构成大豆油脂的脂肪酸种类多

达10种以上,以不饱和脂肪酸为主,如油酸、亚油酸和亚麻酸等,这些不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的60%左右,而饱和脂肪酸含量则较低。这种特定的脂肪酸组成,决定了大豆油脂在常温下呈现液态。大豆油脂的脂肪酸组成见表1-2。

表 1-1 大豆不同部分的主要化学组成(干计)

单位: w/w, %

成分名称 \ 结构名称	整粒	种皮	胚	子叶
粗蛋白质(N×5.71)	30~45	8.84	40.76	42.81
粗脂肪	16~24	1.02	11.41	22.83
碳水化合物(包括粗纤维)	20~39	85.85	43.41	29.37
灰分	4.5~5.0	4.26	4.42	4.99

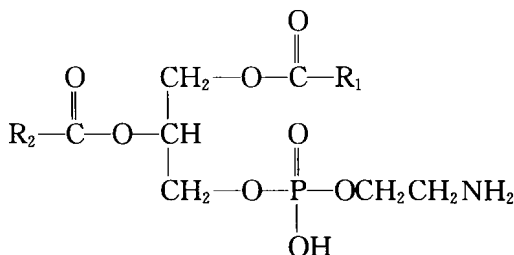
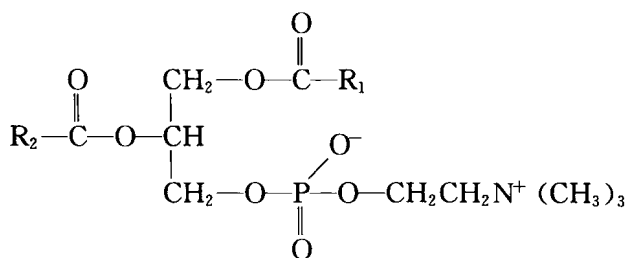
表 1-2 大豆油脂的脂肪酸组成

脂肪酸的种类	比例范围(%)	平均值(%)
月桂酸(C ₁₂)	—	0.1
豆蔻酸(C ₁₄)	<0.5	0.2
棕榈酸(C ₁₆)	7~12	10.7
(软脂酸)		
饱和脂肪酸 硬脂酸(C ₁₈)	2~5.5	3.9
花生酸(C ₂₀)	<1.0	0.2
山芋酸(C ₂₂)	<0.5	—
总计	10~19	15.0
不饱和 棕榈油酸(C ₁₆)	<0.5	0.3
脂肪酸 油酸(C ₁₈)	20~50	22.8

续表

不饱和 脂肪酸	脂肪酸的种类	比例范围(%)	平均值(%)
	亚油酸(C ₁₈)	35~60	50.8
	亚麻酸(C ₁₈)	2~13	6.8
	二十碳烯酸(C ₂₀) (花生四烯酸)	<1.0	—
	总计	—	80.7

大豆油脂中除脂肪酸和甘油外,还含有 1.1%~3.2% 的磷脂。磷脂是一种含磷的类脂物,为甘油与脂肪酸和磷酸酯化后的化合物,也可被认为是甘油三酯中一个脂肪酸被磷酸替代,若磷酸再和胆碱酯化即得卵磷脂,若和胆胺酯化即成脑磷脂,其化学结构如下。



大豆磷脂的组成成分主要包括卵磷脂、脑磷脂及磷脂酰肌醇等。各成分所占比例见表 1-3。

表 1-3 大豆磷脂的组成比例

磷脂质	比例(%)
卵磷脂(磷脂酰胆碱)	27.3
脑磷脂(磷脂酰乙醇胺)	27.3
磷脂酰肌醇	22.9
磷脂酸	9.9
磷脂酰甘油及二磷脂酰甘油	3.5
未知磷脂质	9.2

卵磷脂分子中的 R_1 脂肪酸为硬脂酸或软脂酸, R_2 脂肪酸为油酸、亚油酸、亚麻酸及花生四烯酸等不饱和脂肪酸。纯净的卵磷脂为吸水性很强的无色蜡状物,遇空气迅速氧化变成黄褐色。卵磷脂具有良好的乳化性,故广泛用作食品乳化剂、抗氧化剂和营养添加剂。

脑磷脂有加速血液凝固的作用。

此外,大豆油脂中还含有不皂化物质,主要包括甾醇类(豆甾醇、谷甾醇)、维生素 E、类胡萝卜素及植物色素,总含量约为 0.5%~1.6%。

二、大豆中碳水化合物的组成

大豆中碳水化合物的含量约占 25%,其组成比较复杂,主要由蔗糖、棉子糖、水苏糖、阿拉伯半乳糖和半乳糖类的多糖构成(见表 1-4)。成熟大豆中淀粉含量甚微,约为 0.4%~0.9%。大豆中的不溶性碳水化合物为食物纤维素,一般每 100 g 大豆中含 5 g 左右,主要存于种皮。

表 1-4 大豆各部位的碳水化合物含量(干计)

单位: w/w, %

大豆部位	总量	纤维素	多缩半乳糖	蔗糖	棉子糖	水苏糖
子叶	29.4	—	—	6.6	1.4	5.3
种皮	85.6	—	—	0.6	0.13	0.41
胚	43.4	—	—	7.0	1.9	7.7
全粒	25.7	3.3	1.6	5.2	1.0	3.8

大豆中的碳水化合物可以分为可溶性与不溶性两大类。在全部碳水化合物中,除蔗糖外均难以被人体消化,其中有些碳水化合物在人体肠道内还会被菌类利用并产生气体,使人食后有胀气感。因此,大豆用于食品时,要采取措施除去这些不被消化的碳水化合物。

(一)大豆中的可溶性碳水化合物

大豆中的可溶性碳水化合物主要是其中的低聚糖,包括水苏糖、棉子糖(蜜三糖)和蔗糖等,大豆中的低聚糖含量因品种不同而异。一般水苏糖含量约占总质量的4%,棉子糖约占1%,蔗糖约占5%。

低聚糖在酸性条件下对热稳定,其甜度约为蔗糖的70%。人体内的消化酶不能分解水苏糖、棉子糖,因此不能产生热量。但人体肠道内的双歧杆菌属中的几乎所有菌种都能利用水苏糖和棉子糖,而肠道内的有害细菌则几乎不能利用。水苏糖和棉子糖是人体肠道内有益菌——双歧杆菌的增殖因子,对人体生理功能提高有很好的作用,因此将其应用于食品中对人体具有良好的保健功能。

(二)大豆中的不溶性碳水化合物

大豆中的不溶性碳水化合物组成相当复杂。种皮中多为胶质,子叶中多为纤维素。它们的一个共性就是不能被人体消化吸收,统称为“食物纤维”。食物纤维进入消化道中,在胃中吸水膨胀,增加胃的蠕动,产生饱满感,延缓胃中内容物进入小肠的速度。而进入肠道内的食物纤维有延缓食物消化吸收的功能,因此它可以降低人体

对糖、中性脂肪和胆固醇的吸收,从而产生保健功能。

大豆中食物纤维用于食品既廉价又丰富,而豆渣是开发利用大豆中食物纤维的良好资源。

三、大豆中矿物质的组成

矿物质也称为无机盐。大豆中矿物质元素约有 10 余种,主要为钾、钠、钙、镁、硫、磷、氯、铁、铜、锰、锌、铝等,它们的含量因大豆品种及产地不同而有较大差异。大豆中矿物质元素总的含量一般在 4.5%~5%(见表 1-5),对人体的生长发育有重要作用。大豆中钙的含量差异最大,每 100 g 大豆中钙含量最高可达 470 mg,最低则为 163 mg。有人认为,大豆含钙越高,蒸煮出的大豆越硬。

表 1-5 大豆中的无机盐含量(干计) 单位:w/w, %

元素	含量	元素	含量	元素	含量
钾	1.67	磷	0.659	铜	0.001 2
钠	0.343	硫	0.406	锰	0.002 8
钙	0.275	氯	0.024	锌	0.002 2
镁	0.223	铁	0.009 7	铝	0.000 7

应当注意的是,大豆中磷的存在形式有 4 种,其中植酸钙镁中含磷最多,约占 75%,它严重影响人体对钙、镁、磷的吸收。大豆在发芽过程中,植酸酶被激活,矿物质元素游离出来,从而使其生物利用率明显提高。

四、大豆中的维生素

大豆中含有多种维生素,特别是 B 族维生素(见表 1-6)。不过大豆中的维生素含量较少,以水溶性维生素为主,脂溶性维生素则更少。在大豆热加工处理时,绝大多数维生素会被破坏,转移到豆制品中去的很少。

表 1-6 大豆中的维生素含量(干计)

单位:mg/100 g

维生素	含量	维生素	含量
维生素 B ₁	0.9~1.6	胡萝卜素	未成熟大豆 0.2~0.9
维生素 B ₂	0.2~0.3	胡萝卜素	成熟大豆 <0.08
维生素 B ₆	0.6~1.2	胡萝卜素	其中 80% 是 β 胡萝卜素
泛酸	0.2~2.1	维生素 E	20
烟酸	0.2~2.0	δ -生育酚	6(30%)
肌醇	229	γ -生育酚	12(60%)
维生素 C	2.1	α -生育酚	2(10%)

五、大豆中的酶类

研究者在大豆中已经发现了 30 多种酶类。与大豆制品加工有关的主要是脂肪氧化酶、脂肪酶、淀粉酶和蛋白酶(见表 1-7)。

表 1-7 大豆中发现的酶类

(酶类)Enzymes	中文	(酶类)Enzymes	中文
allantoinase	尿酸素酶	lipase	脂肪酶
amylase	淀粉酶	Lipoperoxidase	脂过氧化物酶
Arylamine-N-glycosyl transferase	芳氨基-N-葡萄糖转移酶	lipoxygenase	脂氧合酶(脂肪氧化酶)
ascorbinase	抗坏血酸酶	Malic acid dehydrogenase	苹果酸脱氢酶
catalase	过氧化氢酶	mannosidase	甘露糖苷酶
flavanone isomerase	黄烷酮异构酶	peroxidase	过氧化物酶

续表

(酶类)Enzymes	中文	(酶类)Enzymes	中文
Coenzyme Q	辅酶 Q	phosphatase	磷酸脂酶
Cytochrome C	细胞色素 C	phosphorylase	磷酸化酶
Glucan synthetase	葡聚糖合成酶	phytase	肌醇六磷酸酶
Glycosyl transfer- ase	糖基转移酶	proteinase	蛋白酶
glycosidase	糖苷酶	Steryl- glucosy transferase	糖基转移酶
glyoxalase	乙二醛酶	transaminase	转氨基酶
hexorinases	己糖激酶	urease	尿素酶
invertase	蔗糖酶	uricase	尿酸酶
Lactic acid dehy- drogenase	乳酸脱氢酶		

大豆具有特殊的气味,被称为豆腥味或豆臭味,是大豆中令人嫌弃的成分,需要去除。大豆腥味成分十分复杂,研究表明其与脂肪氧化酶活性有关。脂肪氧化酶存在于接近大豆表皮的子叶中,当大豆的细胞壁破碎后,即使只有少量水分存在,脂肪氧化酶也可以利用溶于水中的氧催化大豆中的不饱和脂肪酸(亚油酸和亚麻酸)发生酶促氧化反应,形成氢过氧化物。当有受体存在时,氢过氧化物可继续降解形成正己醇、乙醛和酮类等具有豆腥味的物质。目前认为,至少有30余种挥发性物质与豆腥味有关,其中造成豆腥味的主要成分是己醛。

脲素酶属于酰胺酶类,是分解酰胺和尿素产生 CO_2 和 NH_3 的酶,也是大豆中抗营养因子之一,在大豆中的含量较高。由于脲素酶容易受热而失去活性,而且容易准确测定,经常作为确认大豆制品湿

加热处理程度的指标。

具有活性的 α -淀粉分解酶和 β -淀粉分解酶可以从脱脂豆粕中提取。大豆 α -淀粉酶对于支链碳水化合物的分解作用超过从其他原料中提取的 α -淀粉酶。大豆 β -淀粉酶活性比其他豆类中的高,对磷酸化酶有钝化作用,其在 pH 值 5.5、60 °C 加热 30 min 后将会有 50% 的活性损失掉;而在 70 °C 下加热 30 min 将会全部失活。

有资料报道,从脱脂豆粕粉的乳清中可以提取 6 种蛋白酶。

大豆中的胰蛋白酶抑制素有 7~10 种,但是至今只有 2 种被提纯并被比较详细地研究过。有报道称,胰蛋白酶抑制素能够使老鼠和小鸡的胰脏肿大;也有报道称,大豆中微量的胰蛋白酶抑制素对治疗急性胰腺炎、糖尿病,调节胰岛素失调有一定的效果。胰蛋白酶抑制素的热稳定性较高,80 °C 处理,活性失去较少,100 °C 处理 20 min 其活性丧失达 90% 以上,120 °C 处理 3 min 也可以达到这样的效果。

试验发现,大豆中至少有 4 种血球凝集素。脱脂后的大豆粉中约含 3% 的血球凝集素。研究发现血球凝集素能够引起红血球凝聚,同时很容易被胃蛋白酶钝化。大豆血球凝集素受热很快失去活性,甚至活性完全消失。因此,加热过的大豆食品,血球凝集素不会对人体造成不良影响。

六、大豆中的抗营养因子及其消除

大豆中含有一些能够引起大豆食品营养价值下降、风味变劣甚至对人体有害的物质,我们把这些物质统称为大豆的抗营养因子。大豆中的抗营养因子主要有:胰蛋白酶抑制剂、血球凝集素、大豆皂苷、致甲状腺肿因子、肠胃胀气因子等。这些抗营养因子在大豆制品中必须加以消除。

大豆中抗营养因子以其耐热性可分为热稳定和热不稳定 2 种。如胰蛋白酶抑制剂、血球凝集素、致甲状腺肿因子等都对热不稳定,可通过加热处理消除;棉子糖、水苏糖、皂角苷、植物激素等对热较稳定,在大豆制品加工过程中一般通过水洗、醇溶液处理等方法来去

除。传统的豆制品加工方法都无意识地消除了抗营养因子的影响。新型的豆制品加工工艺一般采取远红外线加热处理或湿热处理的方法,使大豆中的抗营养因子失活或去除。

七、大豆中的有机酸、异黄酮

大豆中含有多种有机酸,其中柠檬酸含量最高,还有醋酸、延胡索酸等,利用大豆中的有机酸可以生产大豆清凉饮料。大豆中含有少量的异黄酮,它具有一定的抗氧化能力,其生理活性和提取方法是目前研究的热点。

大豆的营养价值是显而易见的。大豆及豆制品中的蛋白质和脂肪含量比小麦、玉米、大米分别高出 2~5 倍和 6~10 倍,甚至要高于瘦猪肉及瘦牛肉中蛋白质的含量。更重要的是大豆蛋白质的氨基酸组成合理,从营养学角度讲,大豆蛋白是优质蛋白质。大豆脂肪含量一般在 20% 左右,其消化率可高达 98%。大豆脂肪中不饱和脂肪酸含量很高,约占大豆脂肪总量的 60%,而且以油酸、亚油酸、亚麻酸等人体必需的脂肪酸为主。这些不饱和脂肪酸能够阻止胆固醇在血管中的沉积,因而具有防止动脉粥样硬化的作用。大豆脂肪中的卵磷脂、脑磷脂、肌醇磷脂都是人体大脑和肝脏所必需的物质。除此之外,大豆中还含有丰富的钙、磷、铁等人体必需的矿物质元素。所以说,大豆的营养价值很高,也是最易获得和最为经济的优质蛋白质来源,是联合国向世界各国极力推荐的粮油兼用作物。

第3节 大豆制品概念与分类

大豆制品,就是以大豆为主要原料,经过加工或精炼提取而得到的产品,习惯简称为豆制品。

以豆腐为代表的大豆食品的加工,是我们的祖先在食品生产方面面对人类社会的一大贡献。从淮南王刘安发明豆腐到现在已 2 000 多年,大豆食品经久不衰,显示出旺盛的生命力。特别是 1970 年后,