

★ 国家示范性高等职业院校建设项目特色教材 ★

大豆油脂的 生产与检验技术

贾健辉 主编 冯永谦 主审

DADOU YOUZHI
DE SHENGCHAN YU JIANYAN
JISHU



化学工业出版社

★ 国家示范性高等职业院校建设项目特色教材 ★

大豆油脂的 生产与检验技术

贾健辉 主编 冯永谦 主审

DADOU YOUZHI
DE SHENGCHAN YU JIANYAN
JISHU



化学工业出版社

· 北 京 ·

大豆油脂的生产与检验技术是食品加工技术专业核心课程,本书从岗位所需专业知识、专业技能和现场实际操作入手,依据大豆油脂生产企业实际岗位需要,形成了大豆与大豆油脂的储藏、油脂业用大豆的检验、大豆油脂提取、大豆油脂精炼、大豆油脂检验以及技能拓展——大豆蛋白产品生产技术6个项目,18个典型工作任务,涵盖了从原料大豆入厂、大豆油脂制取到成品大豆油脂检验合格出厂的整体流程,从内容到形式均体现了职业导向、任务驱动的特点。

本书既可以作为职业院校食品加工技术和农产品加工技术相关专业的教材,又可作为企业员工培训教材和自学读本。

图书在版编目(CIP)数据

大豆油脂的生产与检验技术/贾健辉主编. —北京:
化学工业出版社, 2011.10

国家示范性高等职业院校建设项目特色教材
ISBN 978-7-122-12474-6

I. 大… II. 贾… III. 大豆油-油脂制备
IV. TQ644.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第201921号

责任编辑:李植峰
责任校对:陶燕华

文字编辑:向东
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张8½ 字数185千字 2012年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00元

版权所有 违者必究

黑龙江农业经济职业学院

国家示范性高等职业院校建设项目特色教材编审委员会

- 主 任** 孙绍年
- 副主任** 张季中 姜桂娟
- 委 员** 孙绍年（黑龙江农业经济职业学院）
张季中（黑龙江农业经济职业学院）
姜桂娟（黑龙江农业经济职业学院）
杜广平（黑龙江农业经济职业学院）
李国政（黑龙江农业经济职业学院）
冯永谦（黑龙江农业经济职业学院）
王久田（北大荒集团海林农场）
柴永山（黑龙江省农科院牡丹江分院）
于桂萍（黑龙江农业经济职业学院）
张春风（黑龙江农业经济职业学院）
徐 军（黑龙江农业经济职业学院）
潘长胜（牡丹江市农业技术推广总站）
栾居科（黑龙江九三油脂集团）
胡宝琤（黑龙江农业经济职业学院）
薛永三（黑龙江农业经济职业学院）
计国胜（黑龙江省完达山乳业股份有限公司）
闫瑞涛（黑龙江农业经济职业学院）
韩瑞亭（黑龙江农业经济职业学院）

编写说明

黑龙江农业经济职业学院 2008 年被教育部、财政部确立为国家示范性高等职业院校立项建设单位。学院紧紧围绕黑龙江省农业强省和社会主义新农村建设需要,围绕农业生产(种植、养殖)→农产品加工→农产品销售链条,以作物生产技术、畜牧兽医、食品加工技术、农业经济管理 4 个重点建设专业为引领,着力打造种植、养殖、农产品加工、农业经济管理四大专业集群,从种子入土到餐桌消费、从生产者到消费者、从资本投入到资本增值,全程培养具有爱农情怀、吃苦耐劳、务实创新的农业生产和服务第一线高技能人才。

四个重点建设专业遵循“融入多方资源、实行合作办学,融入行业企业标准、对接前沿技术,融入岗位需求、突出能力培养,融入企业文化、强化素质教育”的人才培养模式改革思路和“携手农企(场)、瞄准一线、贴近前沿;基于过程、实战育人、服务三农”的专业建设思路,与农业企业、农业技术推广部门和农业科研院所实施联合共建:共同设计人才培养方案、共同确立课程体系、共同开发核心课程、共同培育农业高职人才;实行基地共建共享,开展师资员工交互培训、联合开展技术攻关、联合打造社会服务平台。

专业核心课程按照“针对职业岗位需要、切合区域特点、融入行业标准、源于生产活动、高于生产要求”的原则构建教学内容,选取典型产品、典型项目、典型任务和典型生产过程,采取“教师承担项目、项目对接课程、学生参与管理、生产实训同步”的管理模式,依托校内外生产性实训基地,实施项目教学、现场教学和任务驱动等行动导向的教学模式,让学生“带着任务去学习、按照标准去操作、履行职责去体验”,将“学、教、做”有机融于一体,有效培植学生的应聘岗位职业能力和素质。

学院成立了示范院校建设项目特色教材编审委员会,编写《果树栽培技术》、《山特产品加工与检测技术》、《农村经济》、《猪生产与疾病防治》等 4 个系列 20 门核心课程特色教材,固化核心课程教学改革成果,与兄弟院校共同分享我们课程建设的收获。系列教材编写突出了以下三个特点:一是编写主线清晰,紧紧围绕职业能力和素质培养设计编写项目;二是内容有效整合,种植类教材融土壤肥料、植物保护、农业机械、栽培技术于一体,食品类教材融加工与检测于一体,养殖类教材融养、防、治于一体;三是编写体例创新,设计了能力目标、任务布置、知识准备、技能训练、学生自测等板块,便于任务驱动、现场教学模式的实施开展。

黑龙江农业经济职业学院
国家示范性高等职业院校建设项目特色教材编审委员会
2010 年 11 月

前 言

油脂产品是人民大众的生活必需品，是人类食品的重要组成部分。我国的食用油脂品种繁多，大豆油脂占据举足轻重的地位。黑龙江大豆生长期光照好、时间较长、昼夜温差大，有利于脂肪合成，加上东北地区土壤肥沃、生产规模大、产区集中、大豆商品率高、大豆品种含油量高，是我国理想的高油大豆产地，为油脂工业发展提供了优良的原料。

大豆油脂的生产与检验技术是食品加工技术专业核心课程，黑龙江农业经济职业学院的该课程于2008年被确立为国家示范院校中央财政支持的食品加工技术专业重点建设课程。本课程结合黑龙江寒地黑土大豆的特点，服务于区域经济发展，充分把握国家实施“高油大豆振兴计划”的有利契机。该课程根据大豆油脂生产与检验高技能人才培养目标和专业相关技术领域职业岗位的任职要求而设定。从岗位所需专业知识、专业技能和现场实际操作入手，选取典型的企业生产加工实例来进行教学，并通过后续的综合实训和顶岗实习进一步强化大豆油脂生产和检验的各项岗位技能。

本书由专任教师与来自食品生产企业、研发部门人员共同开发，针对区域特点，依据大豆油脂生产企业实际岗位需要，形成了大豆与大豆油脂的储藏、油脂业用大豆的检验、大豆油脂制取、大豆油脂精炼、大豆油脂检验、技能拓展——大豆蛋白产品生产技术6个项目，18个典型工作任务，涵盖了从原料大豆入厂、大豆油脂制取到成品大豆油脂检验合格出厂的整体流程，从内容到形式均体现了职业导向、任务驱动的特点。本书既可以作为职业院校教材，又可作为企业员工培训教材和自学读本。

本书由黑龙江农业经济职业学院贾健辉主编，黑龙江农业经济职业学院徐微副主编，黑龙江农业经济职业学院陈秀丽、宋宏光参加编写。具体编写分工为：贾健辉编写项目一、二、三及项目四中任务1、2，徐微编写项目五、六，陈秀丽编写项目四中任务3，宋宏光编写项目四中任务4、5，最后由贾健辉统稿。本书由冯永谦教授担任主审。

本书由国家大豆工程技术研究中心于国萍教授作为技术顾问，并得到九三粮油工业集团张利晨工程师的指导，在编写过程中参考了部分教材、科技书刊、网络上的内容，在此一并表示感谢。由于资料收集和编写人员的水平有限，疏漏和不足之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编者

2011年7月

目 录

项目一 大豆与大豆油脂的储藏	1
任务 1-1 大豆的储藏	1
一、大豆的分类.....	1
二、大豆种子结构与成分.....	3
三、大豆油脂的营养品质.....	4
四、大豆储藏机理.....	5
五、储藏方法.....	6
六、油料仓库.....	8
任务 1-2 大豆油脂的储藏	9
一、大豆油脂的理化特性.....	9
二、油脂在储藏过程中的劣变	10
三、油脂产品的安全储藏	11
任务 1-3 大豆仓储模拟管理	12
一、组织实施	12
二、知识技能	13
任务计划	14
项目考核	15
项目思考	15
项目二 油脂业用大豆的检验	16
任务 2-1 大豆质量等级指标检验	16
一、术语及定义	16
二、质量要求	17
三、完整粒率、损伤粒率、热损伤粒率检验	18
任务 2-2 大豆储存品质检验	19
一、大豆品质的感官鉴别	19
二、大豆粗脂肪酸值检验	19
三、大豆粗蛋白质溶解比率检验	22
任务计划	24
评价考核	24
项目思考	25
项目三 大豆油脂制取	26
任务 3-1 油料输送与预处理	26

一、油料输送机械	26
二、大豆清理	29
三、大豆脱皮	34
四、生坯制备	37
任务 3-2 压榨法制油	41
一、料坯的蒸炒	41
二、大豆压榨取油过程	42
三、螺旋榨油机取油	44
任务 3-3 浸出法制取大豆原油	46
一、油脂的浸出	46
二、混合油处理	52
三、湿粕的处理	54
四、溶剂回收	57
五、安全生产	60
任务计划	62
评价考核	63
项目思考	63
项目四 大豆油脂精炼	64
任务 4-1 认识精炼	64
一、毛油的组分	64
二、悬浮杂质的去除	65
任务 4-2 油脂脱胶	66
一、水化脱胶的原理	66
二、影响水化脱胶的因素	66
三、水化脱胶工艺和设备	67
任务 4-3 油脂脱酸	68
一、碱炼脱酸的基本原理	68
二、影响碱炼脱酸的因素	68
三、碱炼脱酸工艺	69
四、碱炼脱酸设备	70
五、水蒸气蒸馏脱酸	71
任务 4-4 油脂脱色	72
一、吸附脱色的原理	73
二、影响脱色的因素	73
三、吸附脱色工艺	74
四、脱色设备	74
五、热能脱色法	75
任务 4-5 油脂脱臭	76

一、脱臭机理	76
二、影响脱臭的因素	76
三、脱臭工艺	77
四、脱臭设备	78
任务计划	79
评价考核	80
项目思考	80
项目五 大豆油脂检验	81
任务 5-1 油脂的采样方法	81
一、样品的分类	81
二、采样器具	81
三、油脂采样方法	82
任务 5-2 大豆油脂品质检验	83
一、大豆油脂质量标准	83
二、油脂感官检验	85
三、折射率	86
四、相对密度	87
五、油脂加热试验	89
六、油脂比色检验	89
七、油脂中水分和杂质的测定	91
八、油脂酸值测定	92
九、油脂含皂量测定	94
十、油脂过氧化值测定	95
任务计划	96
评价考核	96
项目思考	97
项目六 技能拓展——大豆蛋白产品生产技术	98
任务 6-1 了解大豆蛋白	98
一、大豆蛋白质及其制品的分类	98
二、大豆蛋白质的营养品质	100
三、大豆蛋白质的性质	100
四、大豆蛋白质的变性	101
五、大豆蛋白质的功能特性	102
任务 6-2 大豆蛋白质的制取	104
一、浓缩蛋白质制取方法	104
二、大豆分离蛋白加工	108
三、组织状大豆蛋白加工	111
任务 6-3 传统豆制品的生产	113

一、传统豆制品生产的基本原理.....	113
二、传统豆制品生产的原辅料.....	114
三、北豆腐.....	116
四、内酯豆腐.....	119
五、腐竹.....	119
六、豆乳.....	120
任务计划.....	123
评价考核.....	123
项目思考.....	124
参考文献.....	125

项目一 大豆与大豆油脂的储藏

大豆在我国分布广泛，东起海滨、西至新疆，南起海南、北至黑龙江，除个别海拔极高的寒冷地区以外均有种植。其中东北春大豆亚区播种面积和产量，分别占全国大豆播种面积和产量的 25% 和 35% 以上。大部分品质优良、含油量高、种皮黄色、颜色浅、光泽好，且为非转基因大豆。一般来讲，随着纬度的升高，大豆含油量逐渐增加，而蛋白质含量逐渐减少。据分析，东北春大豆平均含油量 > 南方夏大豆平均含油量 > 秋大豆平均含油量。东北大豆主产地区，油分含量 19%~22%，蛋白质含量 37%~41%，利于大豆油脂的生产。

油脂是人类食品的主要营养成分之一，不仅是人体很好的热量来源（每克油脂产生热量 37.67kJ，高出蛋白质和碳水化合物 1 倍左右），而且含有人体不能合成而必须摄自食物以维持健康的必需脂肪酸，如亚油酸、亚麻酸等。另外，油脂中还含有磷脂、甾醇、生育酚等脂质伴随物，这些物质与人体的生长发育和维持正常的生理功能有着密切的关系。蛋白质是生命的构成物质。蛋白质除可供人体能量外，还是生命体物质基础的主要组成部分和重要来源。

大豆与大豆油脂在给人类提供丰富的营养物质的同时，也成了腐败微生物的良好培养基，如果储藏不当，很容易发生腐败与氧化变质。近年来，食品安全问题成为全球关注的热点，能为消费者提供安全、可靠和卫生的产品，也是食品生产企业的责任和义务。

任务 1-1 大豆的储藏

◎ 任务目标

1. 能够通过给定资料和自主获取的资料完成大豆成分与储藏方法相关知识的准备；
2. 能够利用食物成分表查询大豆的营养成分；
3. 学会分析大豆储藏期间出现的问题及其原因。

大豆，古称“菽”，英文 soybean，拉丁文 *Glycinemax*。中国是大豆的故乡，五千多年前已开始种植。大豆为五谷 [稻（水稻）、黍（黄米）、稷（小米）、麦（小麦）、菽（大豆）] 之一。

一、大豆的分类

我国大豆种植历史悠久，分布广，面积大，品种多，大豆品种有几千个。常见的分类方法有以下几种。

1. 按播种季节分类

分为春大豆、夏大豆、秋大豆、冬大豆。

春大豆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；

夏大豆在我国主要分布于黄淮流域、长江流域；

秋大豆主要分布于浙江、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；

冬大豆在我国主要分布于广东、广西的南半部，多在8月播种，次年3、4月收获。

2. 按生育成熟期分类

分为极早熟大豆、早熟大豆、中熟大豆、晚熟大豆。

极早熟大豆，生育期（出苗至成熟的日数）为110d；

早熟大豆，生育期为111~120d；

中熟大豆，生育期为121~130d；

晚熟大豆，生育期为131~140d。

3. 按种子形态分类

分为球形种、椭圆种、长椭圆种。

球形种，种子的长与宽相差1mm以内（宽厚相当）；

椭圆种，种子的长与宽相差1.1~1.9mm（宽厚相当）；

长椭圆种，种子的长与宽相差2mm以上（宽厚相当）。

4. 按种皮颜色分类

分为黄大豆、青大豆、黑大豆、其他大豆和混合大豆五种。

(1) 黄大豆 种皮为黄色、淡黄色，脐为黄褐、淡褐或深褐色的籽粒不低于95%的大豆。

(2) 青大豆 种皮为绿色的籽粒不低于95%的大豆，按其子叶的颜色分为青皮青仁大豆和青皮黄仁大豆两种。

(3) 黑大豆 种皮为黑色的籽粒不低于95%的大豆，按其子叶的颜色分为黑皮青仁大豆和黑皮黄仁大豆两种。

(4) 其他大豆 种皮为褐色、棕色、赤色等单一颜色的大豆及双色大豆（种皮为两种颜色，其中一种为棕色或黑色，并且其覆盖粒面1/2以上）等。

(5) 混合大豆 不符合以上四种规定的大豆。

5. 按种粒大小分类

分为特大粒、大粒、中粒、小粒、极小粒。

用圆孔筛对试样过筛，留在筛上的样重应占全部样重的70%以上。筛孔的直径分别为7.9mm、7.3mm、5.5mm和4.9mm。此法多在流通领域中使用。

6. 按大豆组成分类

分为脂肪型大豆、蛋白型大豆。

常将脂肪含量高的（20%以上）大豆称为脂肪型大豆，将蛋白质含量高的（45%以上）大豆称为蛋白型大豆。

7. 按基因类型分类

分为转基因大豆、非转基因大豆。

欧洲各国和亚洲各国种植的大豆绝大多数是没有经过转基因的普通种植大豆。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、无脂肪氧合酶大豆、低亚麻酸大豆等。

二、大豆种子结构与成分

1. 大豆种子结构

大豆种子为双子叶无胚乳结构，由种皮、胚乳残余层和子叶等部分所构成。大豆种子结构如图 1-1 所示。

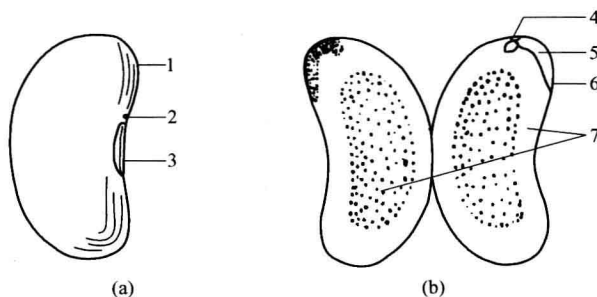


图 1-1 大豆种子结构

(a) 种子外形侧面观；(b) 除去种皮分开两片子叶

1—种皮；2—种孔；3—种脐；4—胚芽；5—胚轴；6—胚根；7—子叶

(1) 种皮 大豆种子的最外部是种皮，种皮表面光滑。大豆种皮对种子具有一定的保护作用。种皮外部侧面有明显的种脐。种脐的上端有一凹陷的小点，称为合点。种脐的下端有发芽口。大豆种皮角质层下面的栅状组织中，含有各种不同的色素，因而使大豆种皮呈现有黄、青、褐、黑和双色等颜色。目前国内外生产的大豆，以黄豆最多。黄皮大豆籽粒圆而有光泽，含油量多，油色也好，是良好的食用油源，也是很好的蛋白质资源。

(2) 胚乳残余层 该层含有一层糊粉层细胞和几层被压扁的残存的胚乳细胞。糊粉层细胞中含有小的糊粉粒，蛋白质含量很多，故又称蛋白质层。

(3) 子叶 种皮内有两片肥大的子叶，是储藏营养物质的场所，子叶被肥厚的细胞壁包围，内部充满蛋白体，蛋白体的间隙有脂肪球和少量的淀粉粒。两片子叶之间生有胚芽，由两片很小的真叶组成。胚芽上部是胚茎，下部是胚根。

2. 大豆种子成分

大豆含有丰富的营养成分，因受品种、产地、栽培方法等因素的影响，其化学成分含量也不完全相同。一般约含蛋白质 40%，脂肪 20%，碳水化合物 25%，水分 10%，灰分 4%~5%。具体营养成分如表 1-1 所示。

大豆籽粒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。大豆种皮除糊粉层含有一定量的蛋白质和脂肪外，其他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、糖为主。整粒大豆及各部分含量如表 1-2 所示。

表 1-1 大豆营养成分 (每 100g 黄豆)

热量/kcal	359	硫胺素/mg	0.41	钙/mg	191
蛋白质/g	35	核黄素/mg	0.2	镁/mg	199
脂肪/g	16	烟酸/mg	2.1	铁/mg	8.2
碳水化合物/g	18.7	维生素 C/mg	0	锰/mg	2.26
膳食纤维/g	15.5	维生素 E/mg	18.9	锌/mg	3.34
维生素 A/ μ g	37	胆固醇/mg	0	铜/mg	1.35
胡萝卜素/ μ g	4.6	钾/mg	1503	磷/mg	465
视黄醇当量/ μ g	10.2	钠/mg	2.2	硒/ μ g	6.16

表 1-2 大豆各部分的化学组成

单位: g/100g

成 分	部 位			
	整粒	种皮	子叶	胚(根、轴、芽)
水分	11.0	13.5	11.4	12.0
粗蛋白($N \times 6.25$)	38.8	8.4	41.5	39.3
碳水化合物	27.3	74.3	23.0	35.2
脂质	18.5	0.9	20.2	10.0
灰分	4.3	3.7	4.4	3.9

大豆蛋白质是存在于大豆种子中诸多蛋白质的总称,并不是指某一种蛋白质而言。根据蛋白质的溶解特性,大豆蛋白可分为两类,即清蛋白和球蛋白,二者的比例因品种及栽培条件不同而略有差异。清蛋白一般占大豆蛋白质的 5% (以粗蛋白计) 左右;球蛋白约占 90%。大豆球蛋白是由奥斯本 (Osborn) 和丹皮鲍尔 (Dampball) 首先用食盐溶液萃取,经反复透析沉淀而得到的一种蛋白质。由于该蛋白质的长轴和短轴之比小于 10:1,因而命名为大豆球蛋白。这种蛋白质也溶于水或碱溶液,加酸调 pH 至等电点 4.5 或加硫酸铵 (55%) 至饱和,则沉淀析出,故又称为酸沉蛋白。而清蛋白因无此特性,故又称为非酸沉蛋白。

根据构成蛋白质的最基本单位来分类,大豆蛋白质基本上都属于结合蛋白,即水解后所得产物不只是氨基酸,还含有一些配体,如糖等。可以说大豆蛋白质绝大部分都是糖蛋白,只是含糖多少不同。

根据生理功能分类法,大豆蛋白质可分为储藏蛋白和生物活性蛋白两类。储藏蛋白是主体,约占总蛋白的 70% (如 11S 球蛋白、7S 球蛋白等),它与大豆的加工性关系密切;生物活性蛋白包括的较多,如胰蛋白酶抑制剂、 β -淀粉酶、血球凝集素、脂肪氧化酶等,它们在总蛋白中所占比例虽不多,但对大豆制品的质量却非常重要。

三、大豆油脂的营养品质

大豆油脂严格的讲应该叫做脂质,它多指用油溶性溶剂 (如乙醚、苯、氯仿等) 从大豆中萃取物质的总称。其化学组成中,除主要的甘油酸酯外,还含有不皂化物甾醇类、类胡萝卜素、叶绿素以及生育酚和磷脂等。但在实际生产与生活中,人们已习惯将其称为大豆油脂了。

1. 脂肪酸

大豆油脂的主要成分是由脂肪酸与甘油所形成的酯类，构成大豆油脂的脂肪酸种类很多，达 10 种以上。

大豆油脂中的不饱和脂肪酸的含量较高，达 80% 以上，而饱和脂肪酸的含量则较低。这种特定的脂肪酸组成，决定了大豆油脂在常温下是液态的，属于半干性油脂（有些油脂在空气中可以生成一层硬而有韧性的薄膜，这种现象叫做油的干化，具有这种性质的油叫做干性油；在常温下放置不会干固的称为不干性油；具有中间性质的称为半干性油）。

2. 大豆磷脂

除脂肪酸甘油酯外，大豆油中还含有约 1.1%~3.2% 的磷脂。大豆磷脂的种类以卵磷脂、脑磷脂及磷脂酰肌醇为主。

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。它也可以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；若磷酸和胆胺酯化即成为脑磷脂。脑磷脂又可分为两类，一类的碱基是乙醇胺，称为乙醇胺脑磷脂；另一类的碱基是丝氨酸，称为丝氨酸脑磷脂。大豆中的脑磷脂主要是乙醇胺脑磷脂。

3. 不皂化物

脂质与碱同时加热时，中性脂肪（甘油三酯）皂化，未皂化的残留成分称为不皂化物。大豆油脂中的不皂化物主要为甾醇类、类胡萝卜素、植物色素及生育酚类物质，总含量约为 0.5%~1.6%。大豆油脂营养成分见表 1-3。

表 1-3 大豆油脂营养成分（每 100g 油脂）

热量/kcal	899	硫胺素/mg	0	钙/mg	13
蛋白质/g	0	核黄素/mg	0	镁/mg	3
脂肪/g	99.9	烟酸/mg	0	铁/mg	2
碳水化合物/g	0	维生素 C/mg	0	锰/mg	0.43
膳食纤维/g	0	维生素 E/mg	93.08	锌/mg	1.09
维生素 A/ μ g	0	胆固醇/mg	0	铜/mg	0.16
胡萝卜素/ μ g	0	钾/mg	3	磷/mg	7
视黄醇当量/ μ g	0.1	钠/mg	4.9	硒/ μ g	0

四、大豆储藏机理

1. 大豆储藏特性

（1）吸湿性强 大豆含亲水胶体较多，蛋白质含量达 40%，且大豆种皮较薄脆，又具有特殊的吸水微孔构造（种孔），所以在潮湿的条件下极易吸水。

大豆水分在 12.5% 以内一般为安全水分，12.5%~13.5% 为半安全水分，13.5% 以上为不安全水分。当温度在 25℃、水分为 13.8% 的大豆，储藏 3 个月后就发生霉粒。大豆安全储藏期限与大豆水分、储藏温度有密切关系。水分越高，温度越高则安全储藏时间越短。各地应根据当地气候条件分别制定大豆安全储藏水分标准。

（2）不耐高温 大豆在日光暴晒作用下，会加速脂肪变质，引起赤变，所以不能用日光暴晒。在高温高湿条件下，豆粒内蛋白质容易变性，发生老化，降低工艺品质和食用品

质。东北地区晾晒大豆的表面辐射温度最高不超过 15℃。

(3) 抗虫霉能力强 因大豆籽粒圆滑、组织坚硬,且有特殊的豆腥味,一般情况下害虫不易侵害,对霉菌也有较强的抵抗能力。

2. 大豆储藏期间的主要问题

(1) 变色走油 这是大豆在储藏中最易产生的现象。首先豆粒吸湿变软、体积膨大,接着开始发热,脐部出现轻微红圈,俗称“红眼”。如不及时处理,红眼加深,以致脐部及子叶全部变红,俗称“赤变”或“红变”。继而子叶呈蜡状透明,俗称“浸油”或“走油”。大豆走油、赤变的原因是在高温作用下蛋白质发生变性,破坏了脂肪与蛋白质的乳化共存状态,赤变走油后的大豆,出油率降低,豆油色泽加深,豆腐有酸败味,豆浆颜色发红。

(2) 易丧失发芽力 种子丧失发芽力是由于籽粒内部生理变化所致。保持发芽力时间的长短与储粮环境条件、种皮色泽等有关。一般水分愈大,温度愈高,通风性能愈差,丧失发芽率愈快。因为颜色深的种皮组织较为紧密,代谢作用较弱,所以一般黑皮大豆保持发芽率的时间较长,黄大豆最易丧失发芽率。

(3) 发热霉变 一般情况下,大豆不易发热、霉变,但在水分超过安全标准时,易产生内部发热现象。

五、储藏方法

大豆储藏对于大豆收购部门和食用植物油加工企业都是十分重要的。油料在储藏期间,若能采用合理的储藏条件,并能妥善管理,那就能保证油料不受损失或只有较低程度的损失,为制油过程取得较大的出油率创造了条件。

1. 干燥降水

由于油料储藏期间影响其发热霉变的主要因素是水分,因此若将油料水分降低到“临界水分”以下,即油料种子中水分呈结合态,此时油料种子处于休眠状态,呼吸作用微弱,微生物及其他害虫的活动受到限制,则油料储藏的稳定性将大大提高。

大豆的相对安全水分为:粮温 30℃时为 12.5%,15℃时为 14%,8℃时为 17%。使油料达到储藏安全水分的方法是干燥,同时辅以机械通风。常用的油料干燥设备有以下两种。

(1) 热风烘干机 亦称之为热风干燥塔。图 1-2 为这种烘干机的布置方案。在塔内,油料借助重力向下流动,而热空气与之逆向流动,以保证干燥效果。由图可见,烘干机自上而下可分成五个区段。

① 进料段。为了对干燥机均匀供料,箱体内装有高低料位控制箱。高低位探测头可控制供料螺旋输送机的开启和停止。另外,在箱体里面还安装有感湿元件,以确定进机油料的水分含量。

② 预热段。在箱体内横向排列列管,管内通入低压水蒸气。由进料段落下的油料与管壁接触而被加热到 50~60℃,然后从管间呈薄层状落下。

③ 干燥段。根据需要由数个相同的箱体组成。箱体内装有交错排列的角状管,箱体内有热风进口和湿空气出口。油料经过角状管间呈薄层状流下,与逆向流动的热空气接触。干燥区段内热空气的温度为 100~150℃。

④ 冷却段。它由数个与干燥段相同的角状管箱体组成,通入冷空气与经过角状管间呈薄层状流下的热油料接触,使油料冷却到仅比塔外空气温度高 5~10℃而卸出。

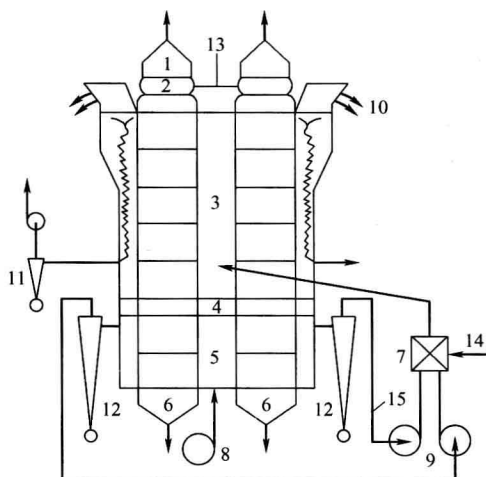


图 1-2 热风烘干机的布置方案

1—进料段；2—预热段；3—干燥段；4—空段；5—冷却段；6—卸料段；7—热交换器；
8—冷风机；9—干燥风机；10—过滤系统；11—旋转分离器；12—冷却循环空气
用旋风分离器；13，14—加热蒸汽；15—新鲜空气进口

⑤ 卸料段。烘干机的底部为锥形并有卸料出口。在锥形塔底卸料口处装有振动卸料器，通过调节振动电机的振动频率或振幅，即可调节卸料速度，从而亦控制了油料在塔内的停留时间。

塔顶部湿空气出口处罩有不锈钢丝及自动清理装置，以过滤排出废气中的灰尘。旋风分离器和风机用来输送冷、热空气并除去灰尘。在热交换器内用水蒸气加热冷空气成干热空气，为了充分利用热能，把冷却段排出的热空气与新鲜空气混合再循环于热交换器，约可节省 15% 的热量消耗。

(2) 振动流化床干燥机 该机由振动床、振动槽、槽盖、进料口底座和减振器等组成。其布置方案如图 1-3 所示。

油料由振动喂料器均匀地喂入振动流化床，于床面上在振动电机激振力作用下跳跃前进。同时于床底通入热风使油料颗粒与温度 $140\sim 150^{\circ}\text{C}$ 的热风充分接触，达到干燥效果。干燥后油料在流化床后段与冷风接触进行冷却，温度比机外环境温度高 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 的干燥油料由出料口卸出。油料在机内通过的时间为 2min 左右。

2. 适时通风

新收获的大豆入仓后，因后熟作用生理活动比较旺盛，粮堆的湿热容易积聚，同时正值气温下降季节，极易产生结露或使粮堆局部水分增加。所以大豆入仓后应及时进行通风，散湿散热，防止发热、霉变。防潮散湿应抓好铺垫隔湿，干豆低温密闭，新豆及时通风等工作。大豆仓底铺垫和下层、外层隔湿要求比一般粮食更加严格，采用多层芦席、草片或塑料布，才能收到较好的防潮效果。

3. 低温密闭

低温密闭储藏对防止大豆走油、赤变最为有利。对于水分不超过 12% 的干燥大豆，特别是需要度过梅雨季节的大豆，可以采用塑料薄膜密闭储藏，既可防止吸湿返潮，又可