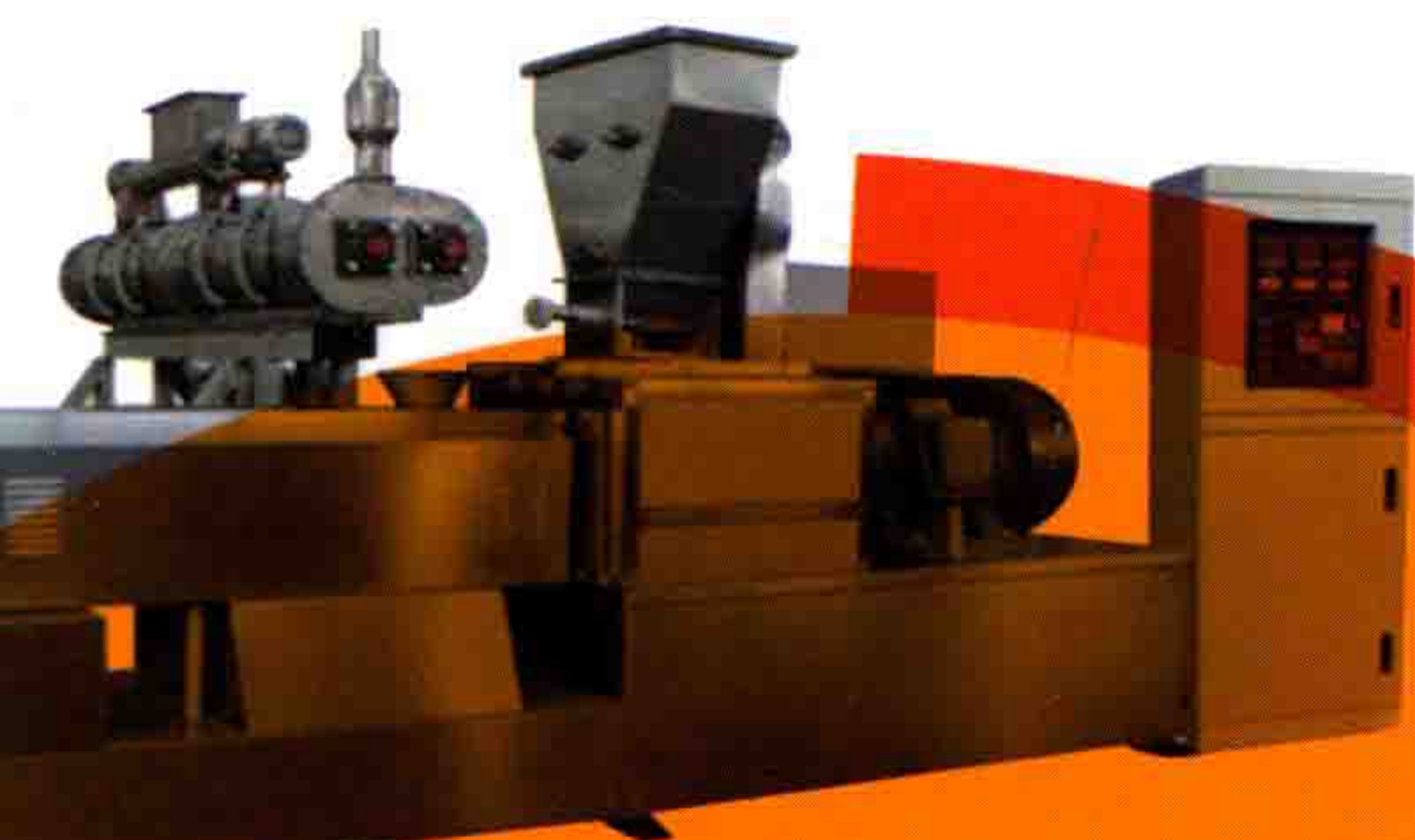


# 杂粮食品

## 生产实用技术

马涛 肖志刚 主编

ZALIANG  
SHIPIN  
SHENGCHAN  
SHIYONG  
JISHU



化学工业出版社

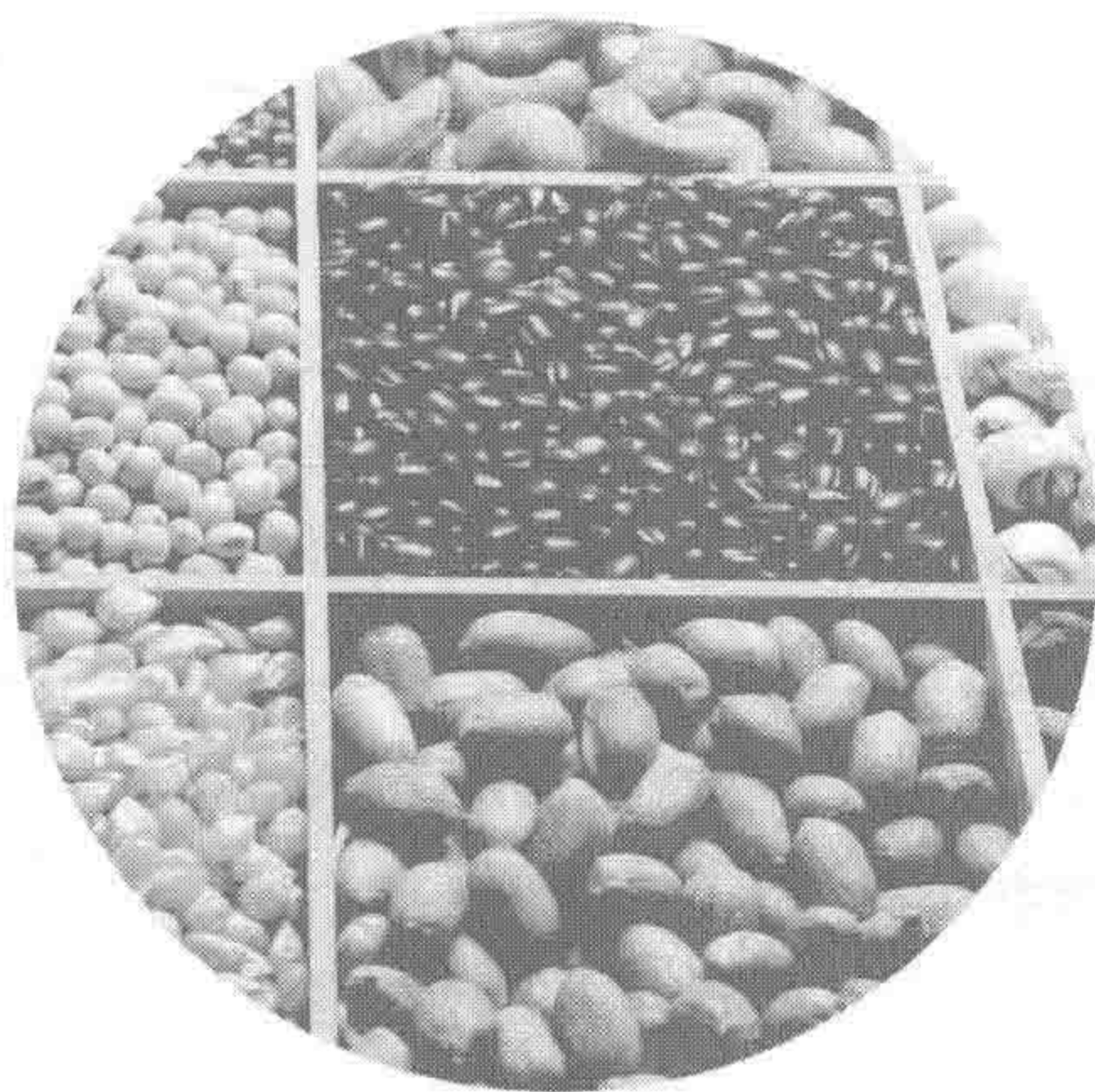


# 杂粮食品

---

## 生产实用技术

马涛 肖志刚 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

杂粮食品生产实用技术/马涛, 肖志刚主编. —北京: 化学工业出版社, 2016. 10

ISBN 978-7-122-27932-3

I. ①杂… II. ①马…②肖… III. ①杂粮-粮食加工 IV. ①TS210.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 203917 号

---

责任编辑: 彭爱铭

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 宋 夏

---

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 5 $\frac{3}{4}$  字数 147 千字

2016 年 11 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

FOREWORD

长期以来，我国城乡居民粮食消费结构中，粗粮比重偏低，而精白米面比例过高，使高血压、心血管、糖尿病等疾病的发病率逐年攀升。现代医学与营养学研究表明，荞麦、燕麦、小米等多种谷物杂粮中富含蛋白质、膳食纤维、不饱和脂肪酸、维生素、矿质元素等多种成分，不仅营养丰富，而且具有良好的保健功能，对“富贵病”有很好的预防和治疗作用。

伴随农业结构调整，谷物杂粮的生产及其加工近年来得到比较大的发展，但是产业链不长、经济效益不高的局面未能根本改变；谷物杂粮品种结构不合理，适宜加工品种少，加工专用优质原料缺乏；深加工和综合利用水平不高，精、深加工产品比例偏低；企业规模偏小，生产集中度低，“小、散、差”的状况尚未得到根本改变；企业自主创新能力不足，加工技术和装备整体水平相对落后；超微粉碎、超临界萃取、超高压、冷冻干燥、挤压膨化技术等高新技术尚未在杂粮生产加工中得到普及应用；在原料供给、生产环境、加工包装及储运等环节的安全管理方面存在安全隐患，农药残留、重金属超标较为严重，杂粮食品安全形势不容乐观；杂粮食品检测和检验体系及其质量标准亟待建立和完善。

要实现谷物杂粮产业的持续发展，缩小与国外杂粮食品加工技术水平的差距，真正把杂粮资源优势转变为市场优势和经济优势，依靠科技进步生产各种营养健康的杂粮食品，还需要付出持续不断的努力。基于以上认识，我们编写了此书。

本书由渤海大学马涛教授和沈阳师范大学肖志刚教授主编，马涛教授负责统稿。渤海大学王胜男、朱力杰、王勃、汤轶伟、刘

贺、何余堂、杨立娜、任传顺、吴凯为参加了部分章节的编写工作。

本书的编写过程中参阅了大量相关书籍，在此谨向这些作者表示衷心感谢。由于笔者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

**编者**

**2016年5月**



# 目 录



## 第一章 主要杂粮作物简介 1

### 第一节 大麦 ..... 1

一、大麦籽粒形态结构 ..... 1

二、大麦的物理性质与加工品质 ..... 2

三、大麦的化学性质与加工品质 ..... 3

### 第二节 燕麦 ..... 5

一、燕麦籽粒形态结构 ..... 5

二、燕麦的物理性质与加工品质 ..... 5

三、燕麦的化学性质与加工品质 ..... 6

### 第三节 荞麦 ..... 7

一、荞麦籽粒形态结构 ..... 7

二、荞麦的物理性质与加工品质 ..... 9

三、荞麦的化学性质与加工品质 ..... 9

### 第四节 粟米 ..... 10

一、粟米籽粒形态结构 ..... 10

二、粟米的物理性质与加工品质 ..... 11

三、粟米的化学性质与加工品质 ..... 12

### 第五节 高粱 ..... 13

一、高粱籽粒形态结构 ..... 13

二、高粱的物理性质与加工品质 .....	14
三、高粱的化学性质与加工品质 .....	15
<b>第六节 糜子 .....</b>	<b>15</b>
一、糜子籽粒形态结构 .....	15
二、糜子的物理性质与加工品质 .....	16
三、糜子的化学性质与加工品质 .....	17
<b>第七节 豆类杂粮 .....</b>	<b>18</b>
一、豆类杂粮的营养特性 .....	18
二、豆类杂粮的物理性质与加工品质 .....	20
三、豆类杂粮的化学性质与加工品质 .....	21

## **第二章 杂粮饮品及调味品加工** **23**

<b>第一节 杂粮饮料加工 .....</b>	<b>23</b>
一、杂粮饮料制作的一般工序 .....	23
二、杂粮饮料设备选型 .....	26
三、杂粮饮料加工实例 .....	31
<b>第二节 即食杂粮粥加工 .....</b>	<b>35</b>
一、即食杂粮粥制作的一般工序 .....	35
二、即食杂粮粥加工设备选型 .....	36
三、即食杂粮粥加工实例 .....	39
<b>第三节 杂粮酱油加工 .....</b>	<b>42</b>
一、杂粮酱油加工的一般工序 .....	43
二、杂粮酱油加工设备选型 .....	45
三、杂粮酱油加工实例 .....	50

第四节	杂粮醋加工 .....	51
一、	杂粮醋制作的一般工序 .....	51
二、	杂粮醋加工设备选型 .....	56
三、	杂粮醋加工实例 .....	62

### 第三章 杂粮粉加工 67

第一节	杂粮粉加工工序 .....	67
一、	选料 .....	67
二、	清理 .....	68
三、	调质 .....	72
四、	炒制 .....	73
五、	研磨 .....	74
第二节	杂粮粉加工设备 .....	75
一、	杂粮脱壳设备 .....	75
二、	粉碎设备 .....	78
三、	炒制设备 .....	79
四、	干燥杀菌设备 .....	80
第三节	杂粮粉营养配方设计 .....	81
一、	营养配方设计原则 .....	82
二、	营养配方平衡 .....	84
三、	营养配方的核定及表示方法 .....	85
第四节	杂粮粉加工实例 .....	88
一、	大麦 .....	88
二、	燕麦 .....	90
三、	荞麦 .....	91



四、粟米 .....	93
五、高粱 .....	95
六、绿豆 .....	96

## 第四章 蒸煮类杂粮食品加工 99

第一节 杂粮营养工程米加工 .....	99
一、杂粮营养工程米加工的基本理论 .....	99
二、杂粮营养工程米加工的一般工序 .....	99
三、杂粮营养工程米的品质调控与实例 .....	103
第二节 杂粮面条加工 .....	107
一、杂粮面条加工的基本理论 .....	107
二、杂粮面条加工的一般工序 .....	108
三、杂粮面条的品质调控与实例 .....	111
第三节 其他蒸煮类杂粮食品 .....	115
一、馒头类杂粮食品 .....	115
二、饼皮类杂粮食品 .....	117
三、馅料类杂粮食品 .....	120

## 第五章 焙烤类杂粮食品加工 123

第一节 杂粮面包加工 .....	123
一、杂粮面包加工的基本理论 .....	123
二、杂粮面包加工的一般工序 .....	125
三、杂粮面包加工实例 .....	129
第二节 杂粮饼干加工 .....	133
一、杂粮饼干加工的基本理论 .....	133

二、杂粮饼干加工的一般工序 .....	136
三、杂粮饼干加工实例 .....	145
<b>第三节 杂粮蛋糕加工 .....</b>	<b>150</b>
一、杂粮蛋糕加工的基本理论 .....	150
二、杂粮蛋糕加工的一般工序 .....	152
三、杂粮蛋糕加工实例 .....	155

## **第六章 膨化类杂粮食品加工 158**

<b>第一节 膨化类杂粮食品加工基本原理和过程 .....</b>	<b>158</b>
一、膨化加工基本机理 .....	158
二、膨化动力的产生机制 .....	159
三、膨化加工基本操作过程 .....	160
<b>第二节 杂粮膨化设备 .....</b>	<b>160</b>
一、挤压膨化机 .....	160
二、气流膨化机 .....	162
三、微波膨化设备 .....	163
四、油炸膨化设备 .....	165
<b>第三节 膨化类杂粮食品加工实例 .....</b>	<b>166</b>
一、速食全谷物营养粉 .....	166
二、黑米膨化小食品 .....	167
三、速食杂粮米粥 .....	168

## **参考文献 169**



# 第一章

## 主要杂粮作物简介

### 第一节 大 麦

#### 一、大麦籽粒形态结构

大麦是世界上最古老、分布最广的重要谷类作物之一，播种面积和总产量仅次于小麦、水稻、玉米，居第四位。因其耐寒、耐瘠、抗旱，在盐碱地区、旱坡、丘陵及干旱地区当做抗旱作物栽培。栽培大麦分为皮大麦（带壳）和裸大麦（无壳的）等类型，一般农业生产上所称的大麦是指皮大麦，裸大麦在不同地区有元麦、青稞、米大麦等俗称。带壳大麦有内、外颖各一片，因皮层成熟时分泌出一种黏性物质，而将外颖紧密的粘在颖果上，以致脱粒时不能将它们分离。裸大麦顶端生有茸毛。大麦籽粒主要由胚、胚乳、皮层三部分组成。

##### 1. 胚

胚是大麦最主要的部分。它由胚芽和胚根组成，胚和盾状体以及上皮层位于麦粒背部的下端。其质量为大麦干物质的2%~5%。盾状体与胚乳衔接，其功能是将胚乳内积累的营养物质传递给生长的胚芽。胚是大麦的有生命力的部分，由胚中形成各种酶，渗透到胚乳中，使胚乳溶解，以供给胚芽生长的养料，一旦胚组织破坏，大麦就会失去发芽能力。



## 2. 胚乳

胚乳和胚毗连，被称为胚的营养仓库，胚乳质量为大麦干物质的80%~85%。胚乳由储藏淀粉的细胞层和储藏脂肪的细胞层构成，储藏淀粉的细胞层是胚乳的核心。在细胞之间的空间处由蛋白质组成的“骨架”支撑。它的外部被一层细胞壁包围，称为糊粉层，其细胞内含有蛋白质和脂肪，但不含淀粉，靠近胚的糊粉层只有一层细胞。胚乳与胚之间含有一层空细胞，称为细胞层。胚乳是麦粒所有生物化学反应的场所，当胚还持有生命的时候，胚乳物质便能分解和转化，其中部分可为胚提供营养，部分可以作为呼吸时的消耗。

## 3. 皮层

皮层由腹部的内皮和背部的外皮组成，外皮的延长部分就是我们常说的麦芒，其质量为大麦干物质的7%~13%。在皮壳的里面是果皮，再里面是种皮。果皮的外表有一层蜡质层，它不可透过赤霉素和氧气，与大麦的休眠性质有关。种皮是一种半透性的薄膜，它可以渗透水但却不能渗透高分子物质，但某些离子可以随水一同渗入，这对浸渍过程有一定的作用。皮壳的组成物质大部分都是非水溶性的，如硅酸、单宁和苦味物质，这些物质对酿造不利，但皮壳在麦汁制造时，可以作为麦汁过滤层而被利用。

## 二、大麦的物理性质与加工品质

大麦的外观、粒质、体积质量、千粒重和散落性等物理性质与酿酒等工艺的加工品质优劣密切相关。大麦外观上呈椭圆形或卵圆形，横断面近似心形。大粒大麦和接近球形的大麦，麦粒充实饱满，胚乳所占的比例大，含粉率高。麦粒大小一致的程度称均匀度，均匀度高则对除杂和加工有利。皮色为白色或黄白色的称白色大麦，皮色为深红色或红褐色的称红色大麦，种皮红色和白色互混的称混合（色）大麦。将大麦子粒中部切断，胚乳呈角质（半透明状）且占横截面1/2以上的称角质粒，含角质粒50%以上的称硬



质大麦；凡角质不足横截面 1/2 的称粉质粒，含粉质粒 50% 以上的称软质大麦。硬质大麦蛋白质、麦胶物质较软质大麦高，构造致密，不容易糊化且不易被微生物分解、利用，影响糖化菌在麦粒上的生长繁殖和产酶。

大麦定级的基础项目是体积质量，以 g/L 来表示，若大麦子粒成熟饱满，结构紧密，则体积质量大。体积质量越大，则大麦质量越好，淀粉和蛋白质含量越高，皮层含量相对越低。体积质量与水分含量有关，当水分在 10%~22% 之间时，体积质量随含水量增大而减少。我国净麦体积质量一般为 70.5~80g/L。大麦的体积质量与其酿酒工艺息息相关。大麦中的水分不能高于 13%，否则不能储存，易发生霉变，呼吸损失特别大；蛋白质含量一般要求为 9%~12%，蛋白质含量高，制麦不易管理，易生成玻璃质，溶解差，浸出物低，成品啤酒易混浊；浸出物是间接衡量大麦体积质量中淀粉含量的方法，一般为 72%~80%。

千粒重是衡量大麦籽粒大小的指标，千粒重是指 1000 粒粮粒所具有的质量，以 g 为单位。大麦千粒重的大小，除受水分的影响外，还取决于大麦籽粒的大小、饱满程度以及籽粒的结构等。一般籽粒饱满、结构紧密、粒大而整齐的大麦，其胚乳所占比例大，颖壳、皮层及胚所占的比例较小，其千粒重较大；反之，千粒重较小。我国大麦千粒重一般为 17~41g。

大麦的散落性是指大麦自粮堆四面流开的性质，随麦粒的水分和外表性状而变化。散落性的好坏与大麦的形状、表面状态、水分含量、杂质的含量及特性有关。大麦籽粒越接近球形、粒度越小、表面越光滑、水分含量越低，其散落性越好，静止角越小。散落性对加工工艺有很大的影响。

### 三、大麦的化学性质与加工品质

#### 1. 大麦的化学性质

根据收获季节的气候情况，大麦的碳水化合物含量波动在 11%~12% 之间。由于水分含量较高时，会强化大麦的呼吸作用，



引发附着其上的微生物的代谢活动，造成物质损失和变质，因此，适于储藏的大麦水分应在 14% 以下。大麦籽粒中的营养性糖除淀粉外主要有葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖以及少量的棉籽糖等。这些糖在大麦籽粒各部分中的分布是很不均匀的，胚中含糖分最高，其次是糊粉层，胚乳内部含量低，其含量对大麦酿酒以及加工面包等生产工艺具有一定影响。

大麦的淀粉含量为 58%~76%，其中直链淀粉约占大麦淀粉的 24%。淀粉颗粒有大小之分，小颗粒淀粉的含量与大麦蛋白质含量成正比，其外部被致密的蛋白质所包围，不易受酶的分解。大麦蛋白质含量较高，约 12%，而蛋白质的 70% 都集中在胚乳中。麦胶蛋白黏着力强，含氮量高达 17.7%，水解时产生大量的谷氨酸、脯氨酸。在制酒过程中，麦胶蛋白易保持水分及热量，适宜霉菌生长；同时也是大麦酒鲜味成分的主要来源。大麦脂肪含量约为 2%，大麦中的脂肪酸主要为亚油酸（55%）、棕榈酸（21%）以及油酸（18%），其脂肪大部分存在于糊粉层内，少部分存在于胚中。大麦的灰分含量约为 1.9%，在皮层、糊粉层和胚部的含量较高，胚乳中含量较少。灰分是微生物生命活动所不可缺少的营养要素，其主要成分依次为磷、钾、镁、钙、钠。纤维素主要存在于表皮中，微量存在于胚、果皮和种皮内，大麦的纤维素含量为 2% 左右。大麦富含维生素，集中分布在胚和糊粉层等活性组织中，常以结合状态存在。大麦中的 B 族维生素以及维生素 E 含量丰富，其中维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 B<sub>6</sub> 以及维生素 E 的平均含量是大米中的 3 倍左右。大麦中的烟酸含量也相对较高，这些维生素中有一部分是与蛋白质结合在一起的，但可以通过碱处理而获得其单体，大麦中还含有少量的维生素 H 和叶酸；除维生素 E 外，大麦中的脂溶性维生素含量很少，其主要存在于胚芽中。

## 2. 大麦的加工品质

大麦的加工品质是指大麦对某种特定加工用途的满足程度。用途不同，品质的衡量标准也不同，如使用于酿酒的大麦一般都不适



用于生产面包。大麦加工品质主要包括酿酒品质、饲用品质和食用品质。

## ❖ 第二节 燕 麦 ❖

### 一、燕麦籽粒形态结构

燕麦，又名雀麦、野麦。燕麦是适合在高寒地区种植的作物。燕麦一般分为颖燕麦和裸燕麦两大类。世界各国栽培的燕麦以颖燕麦为主，常称为皮燕麦。我国栽培的燕麦以裸燕麦为主。裸燕麦的别名颇多，在我国华北地区称为莠麦；西北地区称为玉麦；西南地区称为燕麦，有时也称莠麦；东北地区称为铃铛麦。有颖燕麦籽粒的颖包括内颖、外颖、芒和基刺。有颖燕麦含内、外颖各一片，外颖外凸，内颖内凹，外颖背部有芒，内、外颖沿边缘向内折弯成钩状，内颖钩边较长，相互钩合，钩合处接触面积较大，除裸燕麦外，有颖燕麦子粒的颖果被紧包在内外颖之中。

颖果细长呈纺锤状，内颖包裹的部位有腹沟，外颖包裹的部位有胚，颖果表面生有茸毛。燕麦色淡且皮薄，因此在研制燕麦粉或碾磨燕麦米时往往保留皮层。燕麦籽粒结构按照其化学成分和形态差异分成皮层、胚芽和胚乳。

### 二、燕麦的物理性质与加工品质

燕麦平均长宽比为4，属细长粒形；容重比稻谷小11%~16%（稻谷容重为460~600kg/m<sup>3</sup>）；千粒重和悬浮速度均与稻谷相当。静止角和摩擦系数均比稻谷小；颖壳占籽粒平均为25%（稻谷平均为19%）。

燕麦是一种多孔毛细管类物质，各种气体从粮堆的孔隙进入后，吸附在麦粒的表面或通过麦粒的毛细管被吸收到麦粒内部。如果将麦粒与其他有特殊气味的物质混存在一起，麦粒就会吸附这些



气味。麦粒也能吸收空气中的水蒸气，从而使粮粒的水分含量增加，这一性质称为燕麦的吸湿。但当外界环境温度低于燕麦温度或气体浓度很低时，燕麦又会将吸附的气体散发出去，燕麦粒的这种散发其所吸附气体的性质称为解吸。当外界环境湿度低于燕麦的湿度时，燕麦籽粒也会将吸附的水蒸气散发出去，其散发水蒸气的性质称为解湿。因此，当燕麦籽粒吸附异味气体或吸湿返潮后，可以通过晾晒、通风等解吸方法以去除异味，或通过解湿作用以降低水分含量。

燕麦粉既可以用于制作高营养的面制食品，还可用于制作化妆品和高级肥皂，因此燕麦磨粉前一定要对籽粒进行炒制或烘干，一方面可以使脂肪分解酶失活，延长产品的保质期，另一方面还可以产生一定的烘烤香味。

### 三、燕麦的化学性质与加工品质

燕麦营养价值高，含有丰富蛋白质、矿物质、维生素和膳食纤维。且蛋白质氨基酸含量均衡，必需氨基酸较多，特别是有增智与健骨功能的赖氨酸的含量是大米和小麦的2倍以上；防止贫血和脱发的色氨酸也高于大米、小麦等。燕麦的脂肪中多不饱和脂肪酸含量高，其中亚油酸含量占脂肪含量的38.1%~52.0%。

燕麦含有丰富的膳食纤维，这是其他谷物所不及的。它的主要成分是 $\beta$ -葡聚糖，约占总膳食纤维的1/3， $\beta$ -葡聚糖是一种水溶性的非淀粉多糖，是禾草与禾谷类作物籽粒中特有的一种多糖， $\beta$ -葡聚糖主要分布在燕麦籽粒的糊粉层和亚糊粉层中，占细胞壁总多糖的85%。麸皮中 $\beta$ -葡聚糖的干基含量一般为2.1%~2.9%。 $\beta$ -葡聚糖能够有效降低胆固醇和血糖的含量，防止便秘，降低直肠癌的发病率，发酵产生的短链脂肪酸能促进肠道有益菌的繁殖，并具有减少心血管疾病、预防糖尿病等生理功能，可显著降低血浆中总胆固醇和低密度脂蛋白的含量。

燕麦中的脂类含量为6.1%~7.9%，所含脂类大部分为不饱和脂肪酸，不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的82.17%，其中油酸和亚



油酸含量最高。

燕麦含有丰富的维生素，包括维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 E 及烟酸、叶酸等，其中燕麦中的维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub> 较大米中的含量高，维生素 E 的含量也高于面粉和大米。维生素 B<sub>1</sub> 和维生素 B<sub>2</sub> 受热不稳定，经加工后损失较多；维生素 B<sub>6</sub> 受热较稳定，经加工后损失较小。因而应采用高温短时的挤压膨化技术生产燕麦食品，从而减少 B 族维生素的损失。

### ❖ 第三节 荞 麦 ❖

#### 一、荞麦籽粒形态结构

荞麦又称三角麦，分甜荞麦和苦荞麦。图 1-1(a) 所示为甜荞麦，是我国栽培较多的一种，其果实较大，呈三棱形，表面与边缘光滑，品质好。图 1-1(b) 所示为苦荞麦，在我国西南地区栽培较多，其果实较小，棱不明显，有的呈波浪形，两棱中间有深凹线，皮壳厚，果实略苦。

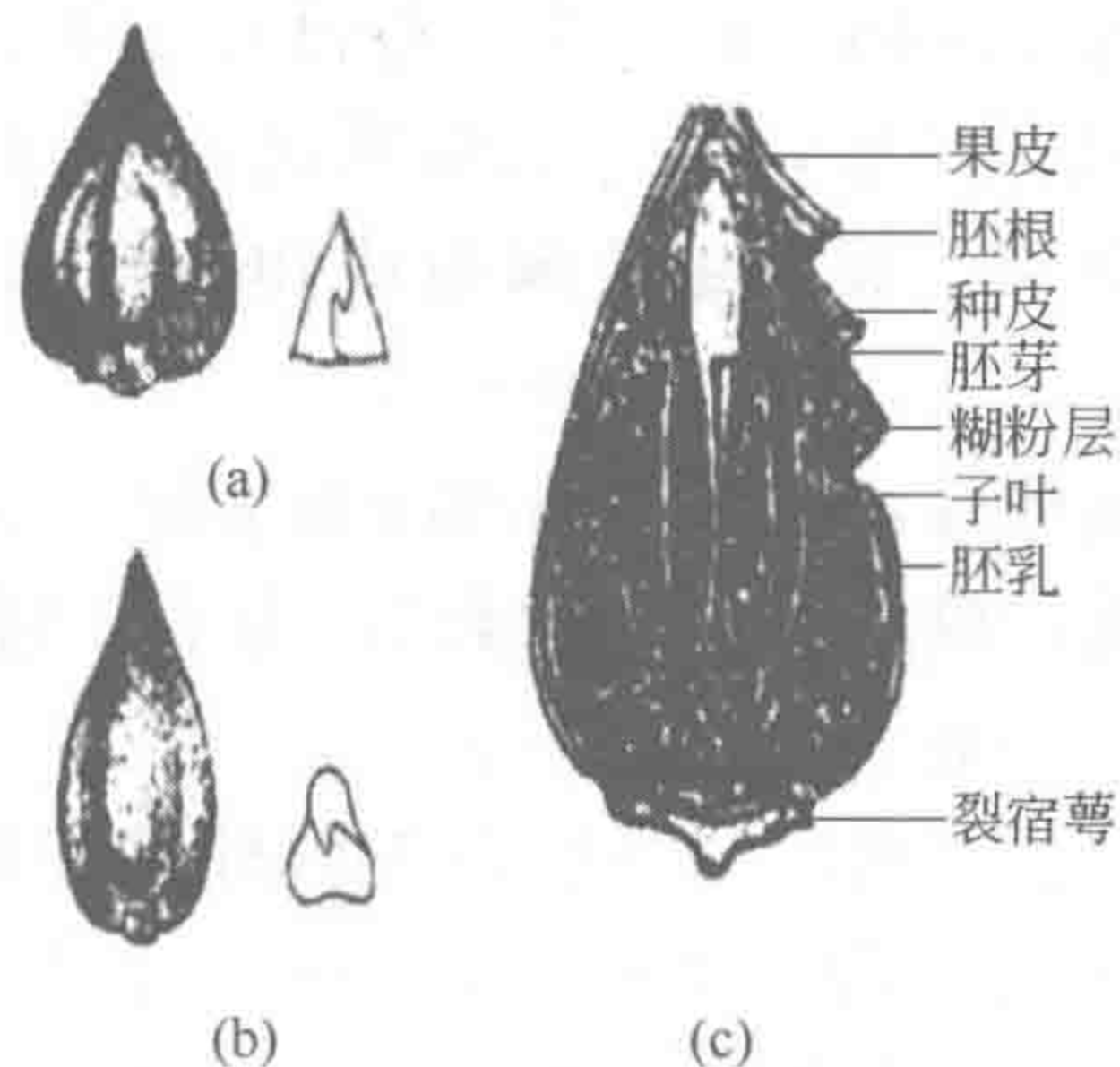


图 1-1 荞麦籽粒结构

荞麦籽粒为瘦果，呈三棱形。荞麦的壳实为木质化后的果