



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

谷物科学原理

GUWU KEXUE YUANLI



00000000000000000000
00000000000000000000
000000

钟 耕 主编

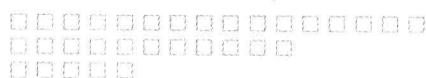
 郑州大学出版社



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

谷物科学原理

GUWU KEXUE YUANLI



钟 耕◎主编

 郑州大学出版社
郑 州

内容简介

本书对谷物原料的种类、子粒结构特点、化学组成、性质、营养价值和加工方法等进行了系统的介绍,对谷物储藏原理、方法和加工工艺进行了论述。本书主要适合各大专院校的食品科学与工程、农产品储藏与加工、粮食工程等相关专业本科生、研究生及教师使用,还可作为各科研院所、食品科技人员、食品单位相关人员的有效参考读本。

图书在版编目(CIP)数据

谷物科学原理/钟耕主编. —郑州:郑州大学出版社,2012.12

普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5645-0839-5

I. ①谷… II. ①钟… III. ①谷物-高等学校-教材

IV. ①S37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 093036 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

郑州市诚丰印刷有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:20

字数:473 千字

版次:2012 年 12 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2012 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0839-5

定价:31.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



编写指导委员会

(按姓氏笔画排序)

- | | |
|-----|------------------------|
| 王茂增 | 河北工程大学农学院副教授 |
| 艾志录 | 河南农业大学食品科学技术学院教授 |
| 权伍荣 | 延边大学农学院食品科学系教授 |
| 刘延奇 | 郑州轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 刘全德 | 徐州工程学院食品生物工程学院副教授 |
| 孙俊良 | 河南科技学院食品学院教授 |
| 朱 珠 | 吉林工商学院食品工程分院教授 |
| 肖安红 | 武汉工业学院食品科学与工程学院教授 |
| 李新华 | 沈阳农业大学食品学院教授 博导 |
| 汪东风 | 中国海洋大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 张凤宽 | 吉林农业大学发展学院生物食品学院教授 |
| 张进忠 | 安阳工学院生物与食品工程学院教授 |
| 陆启玉 | 河南工业大学粮油食品学院教授 博导 |
| 陈从贵 | 合肥工业大学生物与食品工程学院教授 |
| 邵秀芝 | 山东轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 岳田利 | 西北农林科技大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 胡耀辉 | 吉林农业大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 侯玉泽 | 河南科技大学食品与生物工程学院教授 |
| 章超桦 | 广东海洋大学食品科技学院教授 博导 |
| 蔺毅峰 | 运城学院生命科学系教授 |
| 阚建全 | 西南大学食品科学学院教授 博导 |



Food

本书作者

主 编 钟 耕

副 主 编 谢 宏 陈季旺

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王月慧 王洪伟 张伟敏
闵燕萍 陈季旺 赵学伟
钟 耕 谢 宏



近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展作出了巨大贡献,但是,还不能完全适应经济社会发展的需要,迫切需要进一步深化高等学校教育教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质创新性人才的需要。为此,国家实施了高等学校本科教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革、全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

专业建设、课程建设和教材建设是高等教育“质量工程”的重要组成部分,是提高教学质量的关键。“质量工程”实施以来,在专业建设、课程建设方面取得了明显的成果,而教材是这些成果的直接体现,同时也是深化教学内容和教学方法改革的重要载体。为此,教育部要求加强立体化教材建设,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,在教育部食品科学与工程专业教学指导委员会的指导下,在全国范围内,对食品类专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,组织全国二十余所学校召开了食品类专业教育教学研讨会、教材编写论证会,组织学术水平高、教学经验丰富的一线教师,编写了本套系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这套教材的出版对食品类专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

编写指导委员会

2010年11月



谷物作为中国人的传统粮食,几千年来一直是老百姓餐桌上不可缺少食物之一,在中国的膳食中占有重要的地位,被当作传统的主食。谷物主要是指禾本科植物的种子。它包括稻米、小麦、玉米等及其他杂粮,比如小米、黑米、荞麦、燕麦、薏米、高粱等。谷物科学在食品科学研究和应用领域中占有重要的地位,与人们的日常生活有密切的联系。随着科学技术的发展,谷物科学的内涵和外延也在不断深化和扩展。

科学技术日新月异的发展赋予了谷物科学这门古老学科新的生命力,本书是根据当前谷物科学领域的发展,人们对健康膳食营养的需求,谷物科学教学与科研的需要,收集近年来国内外相关领域大量的科技成果与文献资料,组织全国部分院校多年主讲的专业教师,结合多年来的科研与生产实践编写而成的。

全书共分10章,由西南大学钟耕任主编,沈阳农业大学谢宏、武汉工业学院陈季旺任副主编。参加编写人员的分工为:第1章(除1.7节)、第2章、第4章的4.5节、第9章由钟耕编写;第3章由陈季旺编写;第4章的4.2、4.3节、第6章由海南大学张伟敏编写;第5章、第10章由西南大学闵燕萍编写;第7章由郑州轻工业学院赵学伟编写;第8章由谢宏编写;第1章的1.7节由武汉工业学院王月慧编写;第4章的4.1节由西南大学王洪伟编写。

参加本书编写人员虽然有多年的教学和科研实践经验,且编写过程中倾注了大量心血,但由于时间仓促和编者水平所限,书中错误、不妥之处在所难免,衷心欢迎读者批评指正。

编 者

2011年5月



Food

目录

第1章 谷物的结构与特性	1
1.1 稻谷	2
1.2 小麦	6
1.3 玉米	9
1.4 高粱	12
1.5 大麦	15
1.6 粟	17
1.7 燕麦	19
1.8 荞麦	22
1.9 薏米	25
第2章 谷物淀粉	28
2.1 谷物淀粉概述	29
2.2 谷物淀粉的性质	33
2.3 谷物淀粉的深加工	48
第3章 谷物蛋白质	78
3.1 谷物蛋白质概述	79
3.2 谷物蛋白质的理化性质	89
3.3 谷物蛋白质的分类和特点	100
3.4 谷物蛋白质的分离、提纯和鉴定	117
第4章 谷物的其他成分	119
4.1 非淀粉多糖	120
4.2 色素	124
4.3 谷物中的维生素	131
4.4 谷物中的矿物质	136
4.5 谷物中的酶类	141
第5章 谷物脂类	150
5.1 油脂	151
5.2 蜡	154
5.3 磷脂	155

5.4	其他脂类	156
5.5	谷物脂类对制品品质的影响	158
第6章	谷物营养	163
6.1	谷物营养与人体健康的关系	164
6.2	不同谷物的营养与利用	168
6.3	谷物营养的强化	177
第7章	谷物干燥	186
7.1	谷物干燥原理	187
7.2	谷物干燥特性	199
7.3	谷物干燥方法	206
7.4	谷物干燥过程中理化特性的变化	213
第8章	谷物储藏	219
8.1	谷物储藏概述	220
8.2	谷物储藏过程中的变化	232
8.3	各类谷物的储藏方法	242
第9章	谷物食用品质	255
9.1	小麦粉食用品质	256
9.2	大米食用品质	268
第10章	谷物食品加工过程中的理化变化	275
10.1	主食方便食品	276
10.2	焙烤食品	283
10.3	膨化食品	294
10.4	速冻食品	299
10.5	谷物早餐食品	303
10.6	组织化蛋白	306
参考文献		309

禾谷类(grass family)作物都属于单子叶的禾本科(Gramineae)植物,谷类主要是指禾本科植物的种子,它包括稻米、小麦、玉米等及其他杂粮。

[illegible]

谷物的结构与特性



禾谷类粮食作物属于绿色的高等植物,利用其发达的根、茎、叶从土壤中吸收水分和无机养料,同时利用太阳能在叶部进行光合作用,把二氧化碳和水合成糖和淀粉,把含氮的无机盐合成蛋白质等有机化合物。这些作物都进行有性繁殖,开花结果,每一株都能产生大量的果实和种子。植物生理学定义的果实是由花中雌蕊的子房发育而成的,种子是由子房内的胚珠发育而成的,包藏在由子房壁变成的果皮中,在农业生产上,种子则是指凡播种后能产生新一代的植物器官,在种子的胚乳或子叶中储有充足的养料可为人类和动物生活提供必需的营养素。禾谷类粮粒的果皮不发达,常与种皮相愈合不易分离,而不同种类的谷物籽粒,组织结构相近但不尽相同,不同组织的细胞所含的化学成分也有差异。如谷物籽粒的形状、大小、颜色各不相同,但其基本结构有共性,每粒种子都由三个主要部分组成:种皮(有时包括果皮)、胚和胚乳。胚是种子最重要的部分,一般由胚芽、胚根、胚轴和子叶四部分组成。种子萌发后,胚根、胚轴、胚芽分别形成植物的根、茎、叶和及其过渡区。种子胚部生命活动旺盛,也最易霉变劣化。胚乳是储存营养物质的组织,谷物类籽粒的胚乳特别发达。果皮和种皮是胚乳和胚外部的保护层,果皮和种皮的厚薄、色泽和层数因种类不同而异,种皮中有色素层,通常谷物籽粒的色泽由其所含色素决定,但也发现有整个胚乳带红色的稻谷品种,谷物的果皮中也有含色素层的情况。谷物的加工和储藏都要考虑其籽粒结构特点和化学成分,以便采取相应的加工工艺和储藏措施。

1.1 稻谷

稻谷是世界上最主要的粮食作物之一,人类食物热量有23%取自稻谷。亚洲是世界上主要的产稻区,其次是南美洲、非洲。稻谷在我国具有悠久的种植历史,种植面积大。经数千年的种植和选育,全国稻谷品种繁多,据不完全统计,达4万~5万个。我国是世界上最大的水稻生产国,总产量居世界首位。

稻谷是禾本科草本植物栽培稻的果实。我国国家标准稻谷(GB 1350—1999)规定,稻谷按其生长期、粒形和粒质分为早籼稻谷、晚籼稻谷、粳稻谷、籼糯稻谷、粳糯稻谷五类。

籼稻籽粒细而长,呈长椭圆形或细长形,米粒强度小,耐压性能差,加工时易产生碎米,米质胀性较大而黏性较小。粳稻籽粒短而阔,较厚,呈椭圆形或卵圆形,米粒强度大,耐压性能好,加工时不易产生碎米,米质胀性较小而黏性较大。在籼稻和粳稻中,根据其生长期的长短和收获季节的不同,又可分为早稻谷和晚稻谷两类,晚稻谷的品质优于早稻谷。糯稻谷米粒呈乳白色,不透明或半透明,黏性大,按粒形可分为籼糯稻谷和粳糯稻谷。

除了上述的普通稻谷,还有一类具有特定遗传性状和特殊用途的稻谷,称为特种稻谷(稻米),一般包括色稻米、香稻米和专用稻米。虽然其品种数量仅占水稻种植资源的10%左右,但由于其特殊的营养、保健和加工利用特点,受到国内外的重视。

色稻米是指糙米(颖果)带有色泽的稻米,由于花青素在果皮、种皮内大量积累,从而使糙米出现绿色、黄褐色、褐色、咖啡色、红色、红褐色、紫红色、紫黑色、乌黑色等颜色。通常,红米的红棕色色素积聚在种皮内,紫米和黑米的色素积聚在果皮内。与白米

比较,色米含有较丰富的蛋白质和氨基酸,较多的微量元素如铜、铁、锰、硒、锌、钙、钼、磷及维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆、维生素 B₁₂、胡萝卜素等。香稻米是指米粒含有香味的稻米,其谷粒、糙米和精米具有芬芳的香气,米饭清香可口。香稻中香气的主要成分是2-乙酰-1-吡咯啉,属羰基化合物,易挥发分解。香米蒸饭、煮粥,清香满屋,也可在普通大米中加入少量香米,制成混合香米,改善其风味。专用稻米是指专门用于食品加工用的稻米,诸如用于酿酒的酒米(粳酒米和糯酒米,我国的酒米通常为糯米,而日本的酒米则为粳米)、用于制作米粉(线)的含高直链淀粉的大米、云南特有的一种籼型软米(其米饭质软而爽口,冷后不变硬、不回生,食用时冷热皆宜)等。

除用作口粮外,稻谷的深加工和综合利用是使稻谷增值、增效的有效途径。世界发达国家稻谷的深加工主要分米制食品和稻米深加工转化,使之成为多品种、专用化、系列化的产品,应用于食品、保健、医药、化工等工业生产中。

1.1.1 稻谷的结构

稻谷籽粒由颖(稻壳)和颖果(糙米)两部分组成,其形态如图 1.1 所示。

(1)颖 稻谷的颖包括内颖、外颖、护颖和颖尖(通称芒)四部分,外颖比内颖略长而大。颖的厚度为 25 ~ 30 μm,粳稻颖的质量占谷粒 18% 左右;籼稻颖的质量占谷粒的 20% 左右。颖的表面粗糙,生有许多针状或钩状的茸毛。稻谷经砻谷后,内、外颖即脱落,脱下来的颖统称为稻壳。

内、外颖都具有纵向脉纹,外颖有 5 条,内颖有 3 条。外颖顶端尖锐,称为颖尖,或伸长为芒。芒多生于外颖,内颖一般无芒。护颖生长在内外颖基部的外侧,以托住稻谷籽粒,起护颖的作用。一般粳稻谷有芒,籼稻谷则大多无芒,即使有也是短芒。

颖的主要成分是纤维素,不能食用,在加工时需要将其脱除。一般情况下,颖及颖果之间的结合很松,在谷粒的两端,颖和颖果之间存在着一一定的间隙,另外,在稻谷内外颖结合线的顶端比较薄弱,是有利于脱壳的内在条件。

(2)颖果 稻谷脱去内外颖便是颖果(糙米),由皮层、胚乳和胚三部分组成,其形态如图 1.2 所示。

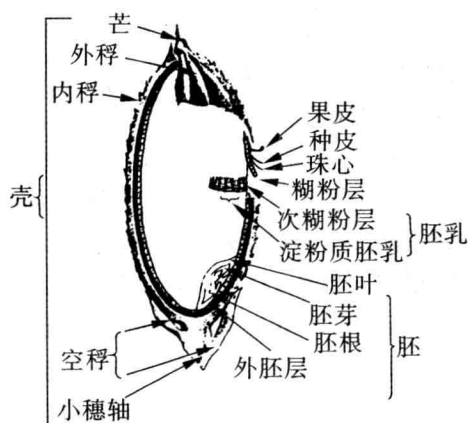


图 1.1 稻谷的籽粒结构

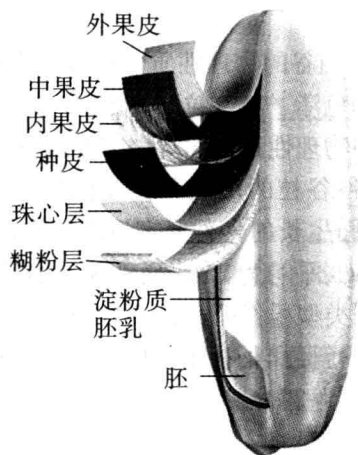


图 1.2 颖果结构

1) 皮层 颖果的皮层包括果皮(自外向内分为外果皮、中果皮和内果皮)、种皮、珠心层(又称外胚乳)和糊粉层,这四部分总称为糠层,糠层占稻米的5%~6%。果皮和种皮称为外糠层,珠心层和糊粉层称为内糠层。在碾米时被碾下的糠层和胚称为米糠,去皮的颖果则称为大米。

果皮、种皮是胚的保护组织,含纤维素和戊聚糖较多,少量脂肪、蛋白质和矿物质。糊粉层含有丰富的脂肪、蛋白质和维生素等,营养价值比果皮、种皮、珠心层高,但糊粉层的细胞壁较厚,不易消化。

2) 胚乳 胚乳是稻谷最主要的组成部分,占颖果质量的90%左右,可供食用,在稻谷发芽和苗期作为营养源。

胚乳可以分为糊粉层、亚糊粉层和淀粉细胞。糊粉层为胚乳细胞组织的最外层,由排列整齐的近似方形的厚壁细胞组成,有1~5层细胞。糊粉层细胞比较大,胞腔内充满细小的粒状物质,叫糊粉粒,其富含蛋白质、脂肪、维生素和有机磷酸盐。紧靠着糊粉细胞内侧的一层细胞叫亚糊粉层,性质介于糊粉层细胞与内部淀粉细胞之间,形状略似糊粉细胞,其中含有较多的蛋白质、脂肪等,也储藏少量淀粉粒。淀粉细胞是由横向排列的长形薄壁细胞组成,其细胞比糊粉层细胞更大,而且愈进入组织内部,淀粉粒愈大。淀粉粒的间隙中充满着蛋白质类的物质,如果此类物质多,淀粉粒挤得紧密,则胚乳组织透明而结实,为角质胚乳;如果此类物质少,淀粉粒之间有空隙,则胚乳组织疏松而呈粉状,为粉质胚乳。米粒的腹白和心白就是胚乳的粉质部分。

3) 胚 稻谷的胚很小,位于颖果腹部下端,占整个谷粒的2%~3.5%。胚由盾片和胚本部组成,胚本部包括胚芽、胚轴、胚根。盾片上层皮与胚乳相连接,发芽时分泌各种酶类,将胚乳中储藏的养分降解,供胚芽生长所需。

胚是谷粒生理活性最强的部位,其中含有较多的脂肪、蛋白质和维生素等,营养价值很高。但胚中含有大量易酸败的脂肪,且酶的活性很强,使大米不耐储藏。

碾米时脱落下来的胚混落在米糠中,如果经过提胚并提纯即为米胚,米胚是稻米的精华所在。

1.1.2 稻谷的物理化学特性

(1) 稻谷的物理性质 稻谷的物理特性主要指其在加工过程中反映出来的多种物理属性,如色泽、气味、粒形、粒度、均匀度、相对密度、千粒重、谷壳率、出糙率及谷粒强度等,这些物理性质与稻谷加工有着密切关系。稻谷物理特性如表1.1所示。

稻谷谷粒的形状和粒度因稻谷的类型和品种不同而异,即使是同一品种的稻谷,由于田间生长的气候条件不同,其粒形和粒度也有差异。稻谷千粒重的变化范围是15~43 g,平均为25 g,通常粳稻的千粒重比籼稻略大。一般粳稻谷的谷壳率小于籼稻谷,就同类型稻谷而言,早稻谷的谷壳率小于晚稻谷。此外,静止角是稻谷自然流散形成圆锥体的斜边与水平面的夹角,能够表示稻谷散落性的大小,一般稻谷的静止角为35°~55°,糙米为27°~28°。

表 1.1 稻谷的主要物理特性

特性指标	籼稻谷	粳稻谷
籽粒平均粒度 (长/mm×宽/mm×高/mm)	8.1×3.2×2.0	7.4×3.4×2.3
容重/(kg/m ³)	584~780	560~800
千粒重/g	15~43	
相对密度	1.18~1.22	
米粒强度	籼稻谷< 粳稻谷	
谷壳率	籼稻谷> 粳稻谷	
静止角/(°)	35~55	
色泽和气味	鲜黄色(有色稻谷除外),无不良气味	

(2)稻谷的化学成分 稻谷的各种化学成分,不仅是稻米籽粒本身生命活动所必需的基本物质,也是人类生存所必需的物质。各种化学成分的性质及其在籽粒中的分布状况,直接影响到稻米的生理特性、耐储藏性和加工品质。

稻米的化学成分及其分布,随品种及生长条件不同而有差异。稻谷和其他谷物一样,以淀粉为主要的化学成分,还含有一定量的水分、糖类、蛋白质、脂肪、矿物质和维生素等。稻米籽粒各组成部分的化学成分的分布和含量很不相同且各有特点,如表 1.2。

表 1.2 稻谷籽粒各部分化学成分

名称	稻谷	糙米	胚乳	胚	米糠	稻壳
水分/%	11.68	12.16	12.40	12.40	13.50	8.49
粗蛋白质/%	8.09	9.13	7.60	21.60	14.80	3.56
粗脂肪/%	1.80	2.00	0.30	20.70	18.20	0.93
无氮抽出物/%	64.52	74.53	78.80	29.10	35.10	29.38
粗纤维/%	8.89	1.08	0.40	7.50	9.00	39.05
灰分/%	5.02	1.10	0.50	8.70	9.40	18.59

注:无氮抽出物——胚乳中主要是淀粉,米胚和皮层中不含淀粉,稻壳中主要是戊聚糖

稻谷蛋白质是易被人体消化吸收的谷物蛋白质,它的含量和质量反映该品种的营养品质的高低。稻谷中蛋白质含量极低,影响了稻谷籽粒强度的大小。米蛋白的组成中含赖氨酸高的碱溶性谷蛋白占 80%,其赖氨酸含量比其他一些谷物种子高。

稻谷的脂类含量范围是 0.6%~3.9%,包括脂肪和类脂,脂肪由甘油和脂肪酸组成,称为甘油酯。稻米主要部分是糙米,其中非极性脂含量高于极性脂,其非极性脂含量比大麦、小麦、小米、黑麦高很多,糙米粒各部分化学成分见表 1.3。糙米非极性类包括甾醇酯、烃类、三酰甘油、双酰甘油、单酰甘油、游离甾醇和游离脂肪酸。

表 1.3 糙米粒各部分化学成分

成 分	糙米	果皮和种皮	糊粉层	胚乳
粗蛋白质/%	9.20	17.10	17.91	8.00
粗脂肪/%	2.71	13.70	18.30	0.41
全磷/%	3.56	17.90	21.70	1.44
灰分/%	1.42	6.20	7.10	0.45
B 族维生素/(mg/kg)	3.72	26.85	19.68	0.87

稻谷的维生素主要分布于糊粉层和胚中,多属于水溶性的 B 族维生素,如硫胺素、核黄素、烟酸、泛酸、叶酸、胆碱、肌醇、生物素等,但是含维生素 A 和维生素 D 很少,甚至不含。糙米所含维生素比白米高得多,其中维生素 B₁、维生素 B₂ 最为重要,是人体许多辅酶的组成部分,有增进食欲、促进生长之功效。

稻谷中矿质元素有钾、钙、钠、镁、铁、锰、磷、硅、锌等,磷、钾、镁在糊粉层中的含量很高。

稻谷中的酶类主要有淀粉酶、蛋白酶、脂肪水解酶、脂肪氧化酶、谷氨酸脱羧酶、过氧化物酶、过氧化氢酶等。这些酶类不仅对稻米加工品质、种用品质、食用品质有一定影响,而且与储粮安全性有着密切关系。

1.2 小麦

小麦是自花授粉的禾本科小麦属一年或二年生草本植物,茎直立,中空,叶子宽条形,籽实椭圆形,腹面有沟。籽实供制面粉,是主要粮食作物之一。

小麦是世界上分布最广泛的粮食作物,其播种面积为各种粮食作物之冠,是重要的粮食之一。小麦的世界产量和种植面积,居于栽培谷物的首位,以普通小麦种植最广,占全世界小麦总面积的 90% 以上;硬粒小麦的播种面积为总面积的 6% ~ 7%。种植小麦最多的国家有前苏联、美国、加拿大和阿根廷等。小麦在我国已有 5 000 多年的种植历史,目前主要产于河南、山东、江苏、河北、湖北、安徽等省。小麦按播种季节不同分为春小麦和冬小麦;按麦粒粒质可分为硬小麦和软小麦。

小麦是世界 1/3 人口的主要食物。麦粒碾去麸皮、胚芽等经筛理可得小麦粉,国标小麦粉(CCGF 101.2—2010)将小麦粉分为通用小麦粉和专用小麦粉。通用小麦粉包括特制一等小麦粉、特制二等小麦粉、标准粉、普通粉、高筋小麦粉、低筋小麦粉。专用小麦粉包括面包用小麦粉、面条用小麦粉、饺子用小麦粉、馒头用小麦粉、发酵饼干用小麦粉、酥性饼干用小麦粉、蛋糕用小麦粉、糕点用小麦粉等。这两大类面粉均属等级粉,通过小麦清理、润麦、研磨、筛理等工序加工而成,该面粉中去掉了小麦所含的绝大部分麸皮和胚芽,面粉的粗细度一般在 CB30 ~ CB42(70 ~ 110 目)之间,用其加工制作的面制食品色泽和适口性较好。然而,随着小麦麸皮和胚芽的去除,其中所含的绝大部分纤维素和一半以上的维生素、烟酸及钾、锰、铁、锌矿物质等对人体有益的营养成分也流失了。小麦粉的加工精度越高,其中所含的麸皮和胚芽越少,营养价值越低。要想提高小麦粉的营养价值,只能降低小麦粉的加工精度。

在小麦粉的加工过程中,如果将麸皮和胚芽一同粉碎成粉,获得90%以上的出粉率,或是将小麦麸皮和胚芽如数回添与面粉混合,此即为全麦粉。全麦粉是将整粒小麦粉碎后加工而成的面粉,它是全谷物加工品。与其他小麦粉相比,全麦粉含有小麦全部的营养成分。与普通精白面粉相比,全麦粉的保存货架期较短。由于麸皮胚芽中富含不饱和脂肪酸和活性酶,容易酸败而劣化风味和气味。因此全麦粉应及时使用,在正常储存情况下,全麦粉在货架期为30~45 d,采取较低温度的储存可以延长其食用时间。

随着人们生活水平的提高,消费者对天然健康营养食品的重视,全麦粉食品必然会成为一日三餐的一个重要组成部分,全麦粉及其相关食品生产将会展现出一个广阔的前景。摆在我们面前的是如何尽快解决和改善全麦食品的口感和质量问题:一是发展更合理的全麦粉加工工艺和技术;二是加深麸皮粒度对面团特性及终端制品品质影响的研究,从而得到合理的麸皮粒度要求;三是加强对增筋添加剂应用和全麦粉食品新配方的研究,以改良食品品质和口感;四是要研究新的处理方法以延长全麦粉的货架期。

1.2.1 小麦的结构

小麦籽粒结构如图1.3所示,小麦籽粒形状近似于椭圆或长圆形,顶部有一簇茸毛,常称为麦毛;下端为麦胚,胚的长度为籽粒长度的 $1/4 \sim 1/3$ 。有胚的一面称为麦粒的背面,与之相对的一面称为腹面。腹面凹陷,有一沟槽,称之为腹沟。小麦籽粒由皮层、胚乳、胚三部分组成。

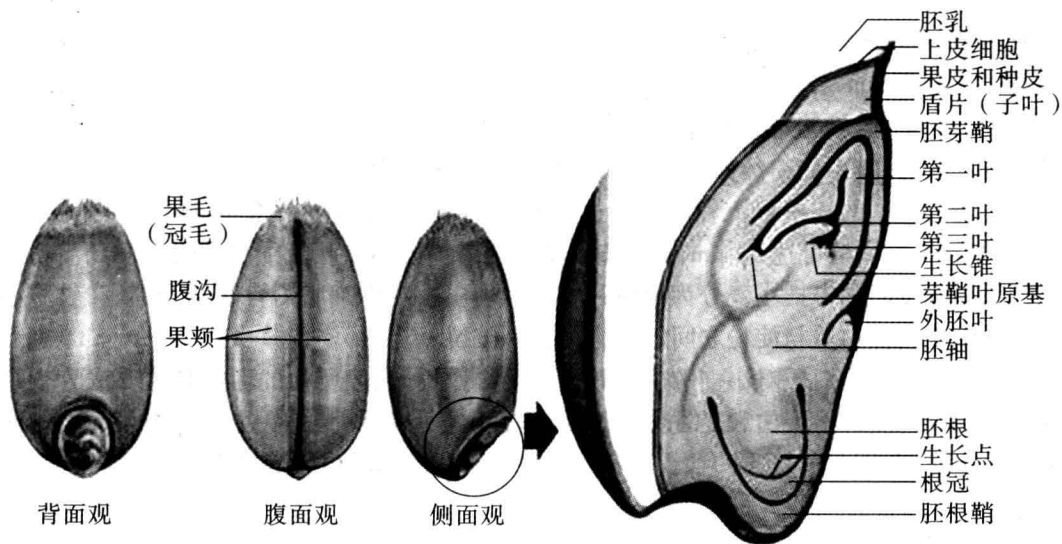


图1.3 小麦籽粒结构

(1)皮层 小麦皮层亦称麦皮,其重量占整粒小麦的14.5%~18.5%。按其组织结构分为六层:由外向里依次为麦皮、外果皮、内果皮、种皮、珠心层、糊粉层。外五层统称为外皮层,因含粗纤维较多,口感粗糙,人体难以消化吸收,应尽量避免将其磨入面粉。小麦的最内层为糊粉层亦称外胚乳或内皮层。

表皮:为皮层的最外层,表面角质化,呈稻秆似的黄色,细胞为长形,纵向排列。

外果皮:小麦籽粒的第二层皮,颜色比表皮黄,细胞比表皮短。

内果皮:小麦籽粒的第三层皮,是一层横向排列的细胞。

以上三层总称为果皮,果皮占麦粒重量的3%~5%,容易吸水膨胀而与内层的结合力减弱,稍加摩擦就会脱落。

种皮:小麦籽粒的第四层皮,细胞呈斜长形,并含有色素,它决定了小麦的色泽,也称小麦色素层。

珠心层:是一层极薄的皮层,为小麦的第五层皮,细胞结构不很明显,其与种皮结合紧密,不宜分开,在50℃下不易透水。

种皮和珠心层占小麦籽粒重量的2.5%~3%。

糊粉层:为小麦皮层的最里边一层,即小麦的第六层皮,厚约13 μm,其重量占皮层重量的40%~50%,是一组整齐的大型厚壁细胞,富含蛋白质、维生素和矿物质,粗纤维含量较外皮层少,灰分较高,在磨制低等级粉时,为提高出粉率可将其磨入,但磨制高等级粉时,则不宜磨入。糊粉层中酶活性也比较高。

种皮、珠心层及糊粉层统称为种皮。种皮可作为膳食纤维,有一定的利用价值。皮层中营养成分占整个籽粒营养成分的百分比为:维生素B₁ 33%,维生素B₂ 42%,维生素B₆ 73%,烟酸86%,泛酸50%,蛋白质19%。

(2)胚 小麦胚主要由胚芽、胚轴及盾片组成。胚占籽粒重量的2.5%~3.5%,胚中含有丰富的蛋白质(25%),糖(18%),脂肪(6%~11%),灰分(5%)。它不含淀粉,但含较高的维生素E,可达到500 μg/g。所含糖类主要为蔗糖和棉子糖。胚中营养成分占整个籽粒营养成分的百分比为:维生素B₁ 64%,维生素B₂ 26%,维生素B₆ 21%,蛋白质8%,泛酸7%,烟酸2%。

(3)胚乳 小麦胚乳占整个籽粒干基重量的81.6%。包含淀粉、蛋白质、糖以及少量纤维素和灰分,其中淀粉约占78.92%,蛋白质约占12.91%。

小麦籽粒中的淀粉以淀粉粒的形式存在,中央胚乳细胞内的淀粉颗粒平均长度为28~30 μm,最大的可达40 μm,小的直径2~3 μm。按小麦胚乳细胞中蛋白质和淀粉之间的结合强度不同可把小麦分为硬质和软质。硬质小麦中细胞内含物结合紧密,软质小麦胚乳细胞内蛋白质与淀粉之间的结合很容易破裂。

小麦胚乳中蛋白质对小麦的应用有非常大的作用,一般所说的面筋其主要成分就是胚乳蛋白中的麦醇溶蛋白和麦谷蛋白。面制食品之所以品种繁多,主要是小麦粉中的面筋质在起作用,因此面筋质的含量及其品质对面制食品的品质影响极大。

1.2.2 小麦的物理化学性质

(1)物理性质 小麦的物理性质有色泽、气味和表面状态、容重、千粒重、角质率、硬度等。正常小麦籽粒随品种的不同而具有特有的颜色与光泽。如硬麦的色泽有琥珀黄色、深琥珀色和浅琥珀色。正常小麦具有特殊的香味,如果气味不正常,说明小麦变质或吸附了其他有异味的气体。籽粒的表面状态对小麦的容重具有决定作用。粗糙的、表面有皱纹和褶皱的麦粒,容重要比表面光滑的麦粒小。

容重、千粒重、硬度及角质率是评价小麦品质的主要指标。小麦容重为680~820 g·L⁻¹。我国小麦千粒重一般为17~47 g。角质率可以间接反映小麦胚乳蛋白质的含量,正常情