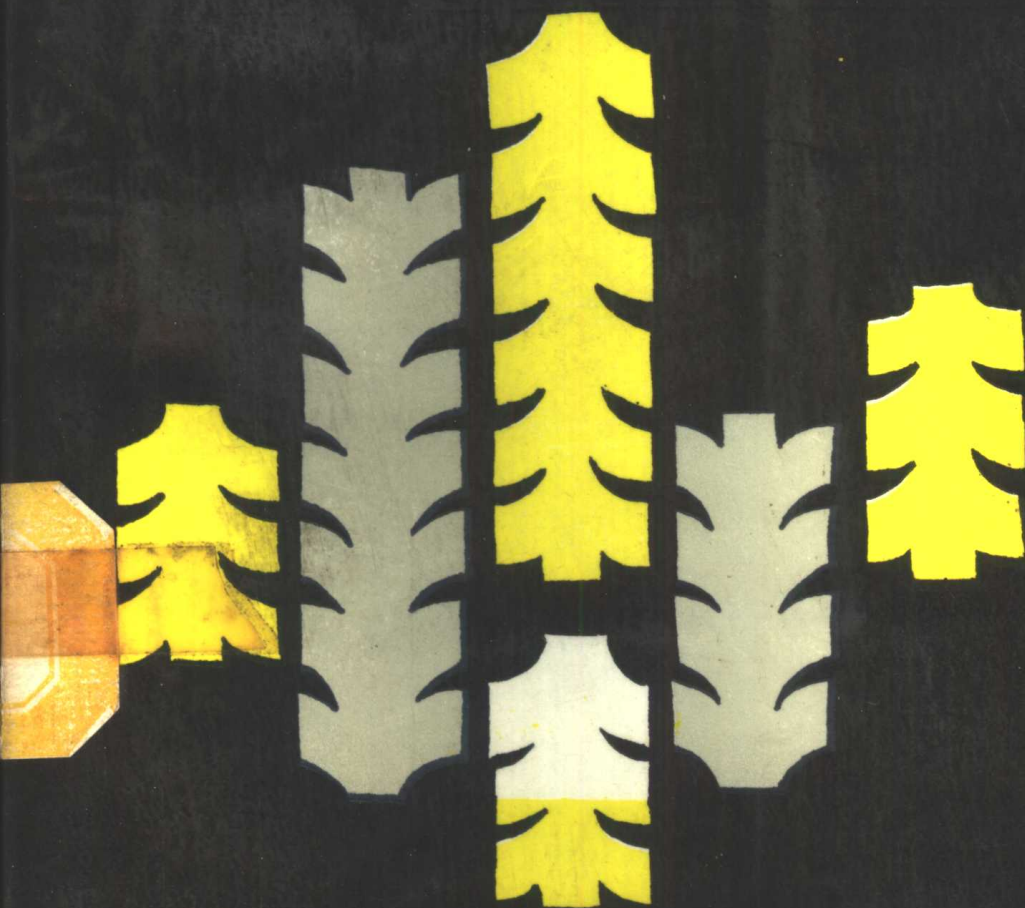


Principles of cereal
science and Technology

谷物科学 与工艺学原理

〔美〕R·卡尔·霍斯尼 著
李庆龙 译 吴锦圃 校



谷物科学与工艺学原理

Principles of Cereal Science and Technology

[美] R·卡尔·霍斯尼著
李庆龙译 吴锦圃校

中国食品出版社

1989·北京

谷物科学与工艺学原理

[美] R·卡尔·霍斯尼著

李庆龙译 吴锦圃校

责任编辑 彭倍勤



中国食品出版社出版

北京市广安门外湾子

清华大学软件开发中心数据部激光照版

河北省新城县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行



开本 850×1168 毫米 1/32 10.75 印张 259 千字

1989 年 10 月第 1 版 1989 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1 — 5000 册

平装: ISBN 7-80044-100-8/TS·101 定价: 5.10 元

精装: ISBN 7-80044-288-8/TS·289 定价: 8.00 元

内 容 简 介

这是一部关于谷物学与谷物化学基本原理的综述性技术书籍。本书详尽系统地介绍了各类谷物的结构，谷物的淀粉，谷物蛋白质和其他成分以及谷物的贮藏，谷物的干法加工，淀粉和谷物油生产，稻谷、大麦和燕麦加工，制麦芽与酿酒，发酵食品，软麦产品，通心面与面条，早餐谷物食品，小食品加工等方面内容。

本书内容充实，反映了世界谷物科学与工艺学方面的最新水平和发展，可做为粮食专业大专院校师生的教学参考书，对于谷物科学工作者及粮食部门的经营管理人员及相关工业的有关人员极为适用。

译者的话

《谷物科学与工艺学原理》一书，由美国堪萨斯州立大学谷物科学与工程系 R·卡尔·霍斯尼编著，1986 年由美国谷物化学家协会出版。该书是谷物科学与工艺学的综合基础理论参考书，内容极为广泛新颖，论述深入浅出，各章后附有复习题和参考文献，是谷物科学和谷物工程工作者、工程师、院校师生的必备参考书。主要内容有：谷物的结构；谷物淀粉；谷物蛋白质；谷物中的其他成分；谷物贮藏；谷物干法加工；谷物湿法加工（淀粉、油脂与蛋白质的生产）；稻谷、燕麦和大麦加工；制麦芽与酿造；酵母发酵食品；软麦产品；通心面和面条；谷物早餐食品；快餐小吃食品。

译者在翻译过程中，为了保证原著风格，将全书完整译出，原著所有插图全部采用。原著中有几处印刷错误，译者均已纠正，并加了译者注。译者要特别感谢商业部武汉粮食科学研究所吴锦圃同志详细校阅译文，并为译文润色，使译著与原著风格保持一致。武汉粮食工业学院柯惠玲同志协助绘制插图，整理译稿，还有许多同志给予了支持和帮助，在此一并致谢。

译著中的不妥之处，欢迎读者批评指正。

译者

一九八七年二月于武汉粮食工业学院

2A C 25/1

序 言

谷物科学和工艺学是一个非常广阔而复杂的领域。谷物是复杂的生化实体，其结构和性能因年份、产地和品种而异。采用同一原料可以制作出不同产品，这也使得谷物科学从而复杂化。例如小麦，其质量好坏取决于它是用来做面包还是用来做饼干，故“质量好”的定义对谷物来说是变化不定的。

要懂得谷物及其产品的加工，谷物科学工作者必须是一个杂家。他（她）们必须懂化学（所有方面）、生物化学、物理、工程以及其他科学，此外还必须懂烘烤技师和酿造技师的那套“艺术”。很明显，在这些方面全都有造诣的人是没有的。我辈之中那些在此领域耕耘多年的行家里手，也都早已自认不能对其百事皆通。然而，我们却忘了要让朝气蓬勃、富于理想的青年学生来接受这种观点是何等的困难啊！

本书的目的就是给这类学生提供基础知识，他们可以立足其上着手谷物科学与工艺学的研究。为达此目的，本书以教科书而不仅仅以参考书的形式编写。我希望，本书真正能给学生提供理解各章末尾所列参考文献的必需基础知识。我还希望，应用本书的学生们象我一样会发现谷物科学的研究是一种乐趣。

许多人让我采用他们的图片和数据，或允许其图、表重印。为了简便起见，现将他们的姓名一并附于书后（译著从略——译者注）。

我还要感谢其他许多对本书写作有帮助的人们，尤其是自始至终听我的课并且提了一些重要问题使我意识到有些问题解释得不清楚的学生们。在此，谨向为我提供图片的凯西·泽勒兹拉克和阿尔特·戴维斯、帮我打字的朱迪·塔布伦以及审阅手稿的沃尔特·布舒克和 Y·波梅兰兹致以谢忱。

R·卡尔·霍斯尼

目 录

第一章 谷物的结构	1
一、小麦	1
二、玉米	11
三、稻谷	16
四、大麦	20
五、黑麦	22
六、燕麦	23
七、谷用高粱	25
八、珍珠粟	30
九、黑小麦	31
复习题	33
参考文献	33
第二章 谷物淀粉	36
一、淀粉粒	36
二、化学组成	40
三、淀粉粒的结构	46
四、不同谷物的淀粉	48
五、水中加热淀粉	55
六、凝胶与凝沉	58
七、在限定的水中加热淀粉	60
八、改性淀粉	62
九、淀粉转化糖	67
复习题	71
参考文献	72
第三章 谷物蛋白质	74

一、结构	74
二、蛋白质的分类	78
三、各类蛋白质的特点	79
四、蛋白质含量的变化	80
五、小麦蛋白质	82
六、其他谷物的蛋白质	88
复习题	93
参考文献	94
第四章 谷物的其他成分	96
一、非淀粉多糖	96
二、糖类和低聚糖	101
三、脂类	103
四、酶类	110
五、维生素和矿物质	116
复习题	117
参考文献	117
第五章 谷物贮藏	119
一、贮藏的基本类型	119
二、谷物的安全贮藏水分	121
三、谷物的干燥	126
四、通风	131
五、功能变化与劣变指标	134
六、微生物与霉菌毒素	136
七、昆虫	138
八、鼠害	140
复习题	140
参考文献	141
第六章 谷物干法加工	144

一、加工过程	144
二、产品与得率	153
三、面粉加工	157
四、其他谷物制粉	159
复习题	161
参考文献	162
第七章 湿法加工：淀粉、油脂与蛋白质的生产	164
一、玉米	164
二、小麦	168
三、稻谷	170
四、谷物油生产	171
复习题	175
参考文献	175
第八章 稻谷、燕麦和大麦加工	177
一、稻谷	177
二、燕麦加工	189
三、大麦精碾	192
复习题	192
参考文献	193
第九章 制麦芽与酿造	195
一、休眠与后熟	195
二、制麦芽	197
三、酿造	200
四、酿造工艺过程	204
五、蒸馏产品	211
复习题	212
参考文献	213
第十章 酵母发酵食品	214

二、面包制作方法	216
二、面团的形成	223
三、发酵	230
四、成型、醒发与烘烤	240
五、凝沉和陈化	245
六、其他类型的发酵食品	247
七、生产面包的面粉质量	251
复习题	253
参考文献	255
第十一章 软麦产品	257
一、软麦面粉与硬麦面粉对比	257
二、化学发酵	258
三、饼干	264
四、饼干面粉质量	269
五、饼干烘烤期间发生的变化	270
六、薄脆饼干	275
七、蛋糕	281
八、面包干	285
复习题	286
参考文献	287
第十二章 通心面和面条	289
一、通心面	289
二、生产过程	294
三、面条	296
四、面条用面粉	299
五、面条加工	300
复习题	302
参考文献	303

第十三章 谷物早餐食品	305
一、需烹调的谷物早餐食品	305
二、即席谷物早餐食品	308
复习题	315
参考文献	315
第十四章 快餐小吃食品	317
一、玉米食品	317
二、玉米粉面团及其产品	322
三、无小麦（无面筋）面团的粘合特性	324
四、合成坚果	325
五、椒盐卷饼	325
复习题	328
参考文献	329

第一章 谷物的结构

禾本科家族成员（包括谷类粮食）都生产干的单种果实。这类果实就是“颖果”，但通常却称其为“籽粒”或“谷粒”。颖果外层是果皮，果皮包住种子并紧紧与种皮粘连。种子由一个胚芽和一个胚乳组成，胚乳包裹在珠心层和种皮内。小麦颖果结构如图 1-1 所示。通常，所有的谷类粮食都具有这些相同的组成部分，彼此之间的联系大致相同。

所有谷物的颖果都在花被内发育。花被实际上是变异叶，称为膜状片或颖片。稻谷和大多数栽培种的大麦和燕麦中，花被紧紧地将颖果完全覆盖，在粮食脱粒时，仍然贴附在颖果上，于是就构成了这些谷物的外壳。对小麦、黑麦、玉米、高粱和珍珠粟来说，在脱粒期间，籽粒与外壳容易脱离，这些谷粒称为裸粒。

一、小麦

小麦颖果或籽粒的纵横剖面如图 1-2 所示。麦粒平均长约 8 毫米，重约 35 毫克。麦粒大小随栽培品种及其在麦穗上的位置不同而呈现较大的差异。麦粒背面（有胚的一面）呈圆形，腹面（与胚相对的一面）有一条纵向腹沟。腹沟几乎有整个麦粒那么长，深度接近麦粒中心。两颊可能互相接触，这样就会掩盖腹沟的深度。腹沟不仅对制粉者从胚乳中分离麸皮以得到高的出粉率造成了困难，而且也为微生物和灰尘提供了潜藏的场所。

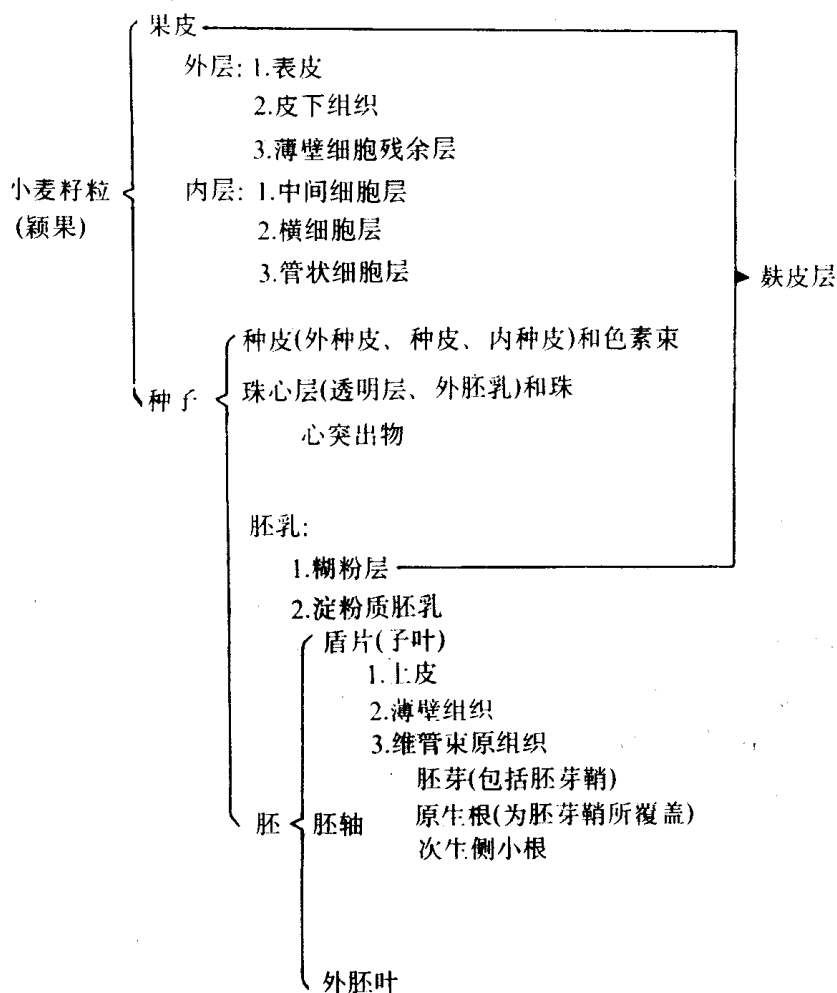


图 1-1 小麦籽粒的构成

小麦籽粒的质地(硬度)和颜色差异也大。质地的差异与胚乳的粘合力相关,这一点将在以后讨论。颜色一般为白色或红色(虽然也说成是紫红色),与种皮的色素相关。色素的类型和存在受遗传的制约,因此育种者能控制遗传因子,以获得所要求的颜色。

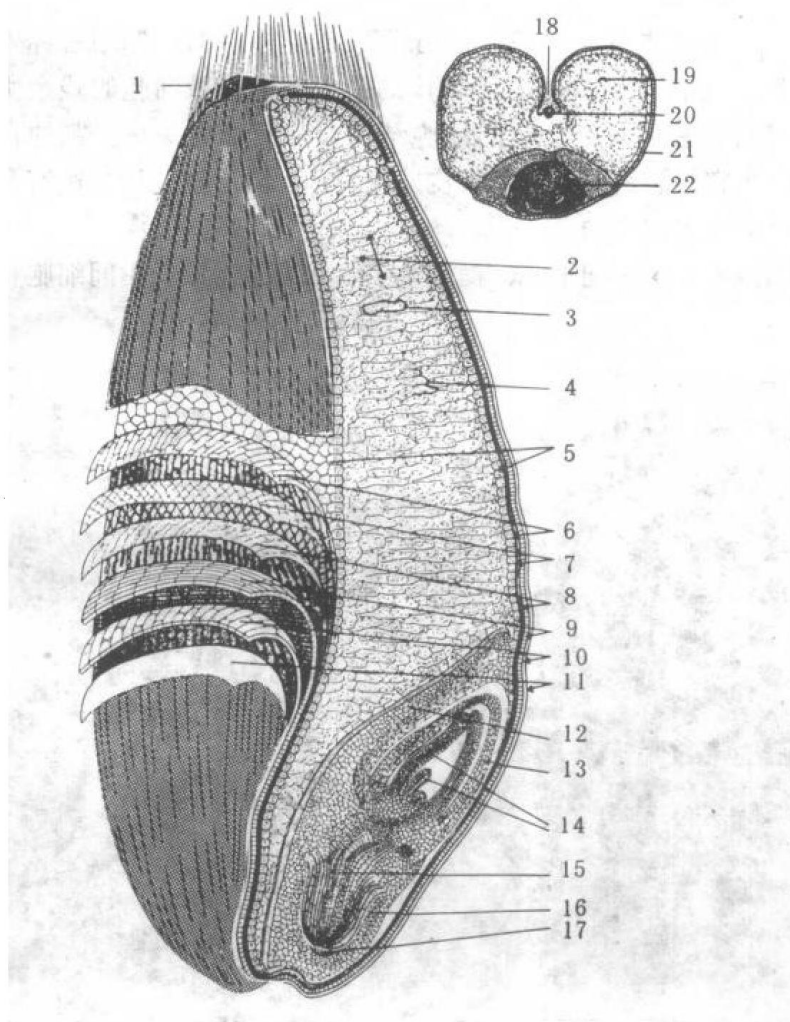


图 1-2 小麦籽粒的纵切面及横切面

1. 茸毛 2. 胚乳 3. 淀粉细胞(淀粉粒充填于蛋白质间质之中) 4. 细胞的纤维壁
 5. 糊粉细胞层(属胚乳的一部分,与糠层分离) 6. 珠心层 7. 种皮 8. 管状细胞
 9. 横细胞 10. 皮下组织 11. 表皮层 12. 盾片 13. 胚芽鞘 14. 胚芽 15. 初生根
 16. 胚根鞘 17. 根冠 18. 腹沟 19. 胚乳 20. 色素束 21. 皮层 22. 胚

1. 果皮

果皮包住整个种子，有几层组织（图 1-3）。制粉者称外果皮为表皮（beeswing）。外果皮的最内层由薄壁细胞的残余所组成，由于它们缺乏连续的细胞结构，从而形成一个分割的自然面。当它们裂解的时候，表皮即可脱掉。除去这几层，则有利于水分进入果皮之内。

内果皮由中间细胞、横细胞和管状细胞组成。中间细胞和管

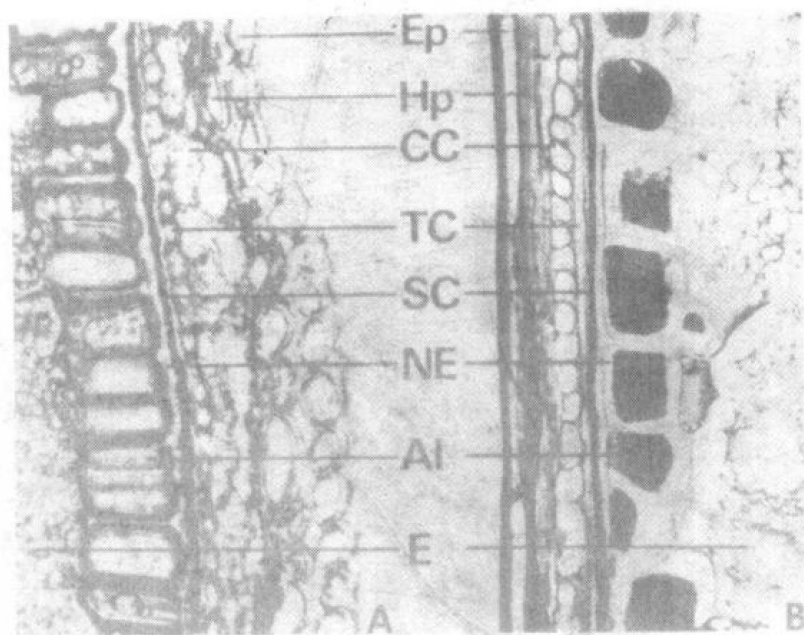


图 1-3 小麦籽粒的果皮及邻近组织剖面图

A.横切面

B.纵切面

EP.外表皮 HP.下表皮 CC.横细胞 TC.管状细胞

SC.种皮 NE.珠心层 Al.糊粉层 E.淀粉胚乳

状细胞都不完全覆盖整个籽粒。横细胞呈长圆柱形（约 125×20 微米），其长轴垂直于麦粒的长轴。横细胞之间很板结，胞间隙小或无。管状细胞的大小和形状与横细胞相同，但它们的长轴平行于麦粒的长轴。管状细胞之间不是板结相连，因此有许多胞间隙。据研究，整个果皮大约占籽粒的 5%，约含蛋白质 6%，灰分 2.0%，纤维素 20%，脂肪 0.5%，其余大概是戊聚糖。

2. 种皮和珠心层

种皮的外侧与管状细胞紧连，而内侧则与珠心层紧连。种皮由三层组成：较厚的外表皮；色素层（决定小麦颜色）；较薄的内表皮。白皮小麦的种皮只有两层压扁的纤维细胞层，含色素少或不含色素。种皮的厚度为 5~8 微米不等。珠心层（或称透明层）厚约 7 微米，紧夹在种皮和糊粉层之间。

3. 糊粉层

糊粉层一般只有一层细胞厚，完全包围着整个麦粒，既覆盖着淀粉质胚乳，又盖着胚芽。从植物学的观点看，糊粉层是胚乳的外层。然而，制粉时，糊粉层随同珠心层、种皮和果皮一同被除去，而成为被制粉者称为的麸皮。糊粉细胞是厚壁细胞，基本上呈立方形，无淀粉（图 1-4）。细胞的平均厚度约为 50 微米，细胞壁厚 3~4 微米，据报道，细胞壁中含有大量的纤维素质成分。糊粉细胞包括一个大核和大量的糊粉粒（图 1-5）。糊粉粒的结构和成分是复杂的。糊粉层含有相当高的灰分、蛋白质、总磷、植酸盐磷、脂肪和尼克酸，此外，糊粉层中的硫胺素和核黄素含量也高于皮层的其它部分，酶活性也高。包住胚部的糊粉细胞有所变化，是薄壁细胞，可能不含糊粉粒。胚部糊粉层的厚度平均约为 13 微米，或小于其他部位糊粉层厚度的三分之一。

4. 胚芽或胚胎

小麦胚芽占籽粒的 2.5~3.5%。如图 1-2 所示，胚芽由两个主要部分组成：胚轴（不育根和茎）和盾片。盾片的功能是作为

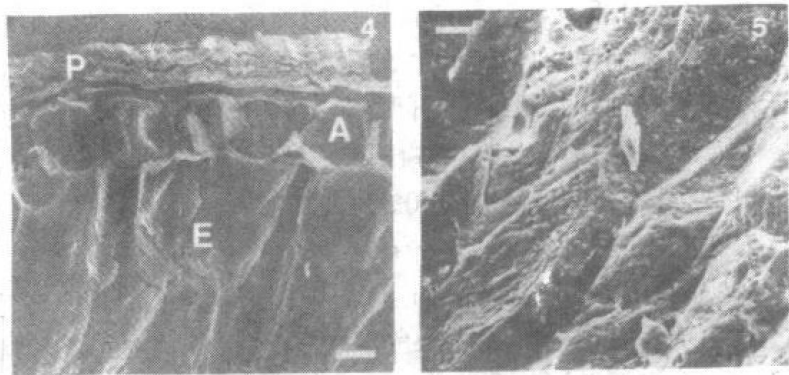


图 1-4, 图 1-5 硬质冬小麦籽粒横切面扫描电子显微图
(每单位长为 20 微米)

4.果皮 (P), 糊粉层 (A), 胚乳 (E) 5.胚乳细胞

贮藏器官。胚芽含有相当高的蛋白质 (25%)、糖 (18%)、油脂 (胚轴含油 16%, 盾片含油 32%) 和灰分 (5%)。胚芽不含淀粉, 但含有较高的 B 族维生素和多种酶类。胚芽中含维生素 E (总生育酚) 很高, 其值可达 500ppm。糖类主要是蔗糖和棉籽糖。

5. 胚乳

淀粉胚乳不包括糊粉层, 由三类细胞组成: 边缘细胞、棱柱形细胞和中心细胞。淀粉细胞的大小, 形状及在籽粒中的位置各异。边缘细胞是糊粉层下面的第一层细胞, 一般较小, 各方向的直径相等, 或者朝向籽粒中心稍稍伸长 (图 1-4)。在边缘细胞下面有几层伸长的棱柱形细胞 (图 1-5), 它们向内延伸几乎接近籽粒中心, 大小为 150×50 微米。中心细胞在棱柱形细胞里面, 它们的大小和形状都较其他细胞不规律得多。

胚乳细胞壁由戊聚糖、其它半纤维素和 β -葡聚糖组成, 但