

高等粮食院校试用教材

粮食生物化学



中国商业出版社

高等粮食院校试用教材

粮食生物化学

余纲哲 主编

王 兰 周瑞芳 李英杰 编

中国商业出版社

高等粮食院校试用教材
粮 食 生 物 化 学

余纲哲 主编
王兰 周瑞芳 李英杰 编

中国商业出版社出版发行
新华书店总店科技发行所经销
北京市房山区印刷厂印刷

787×1092毫米 32开 19.5印张 437千字
1987年2月第1版 1990年3月北京第3次印刷
印数：10,200—12,200册 定价：3.80元
ISBN 7-5044-0012-2/Q·003

编写说明

本书是根据高等粮食院校教材编写规划，为粮油储藏专业编写的试用教材。也可作为粮食工程专业、粮食食品制造专业、农业院校有关专业教学参考书，还可供粮食、食品工业的科技人员、中等粮食学校教师学习参考。

广义的粮食应包括谷物、豆类和油料三个部分。粮食生物化学就是研究主要谷物、豆类和油料种子的成分、性质及合理利用的一门科学。内容包括：各种粮食的形态、组织结构和化学成分；各种基本成分在贮藏、加工中的变化；粮食食品制造工艺的化学原理；各种成分对人体的影响；营养关系以及各种粮食的组成成分和品质的分析、检验。

本书在编写过程中，吸收了国内外的科研成果和新技术，力求做到先进性和实用性的统一，理论与实践的统一，国外先进技术与我国实际情况相结合。在文字上尽量做到深入浅出，便于读者自学。

本书由郑州粮食学院余纲哲同志担任主编，无锡轻工业学院向瑞春教授任主审。全书共十章。参加编写的有：郑州粮食学院余纲哲（第四章、第六章、第九章）、王兰（第三章、第五章、第八章）、周瑞芳（第一章、第十章）；吉林财贸学院李英杰（第二章、第七章）。参加审稿和提出宝贵意见的有：赵同芳、徐达道、郭成才教授、周世英副教授、王朝章、关锵麟、盛敏洁、周清等同志。初稿由高伯棠同志校核。部分插图由周俊凤同志绘制。在此一并致谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳切希望读者提出批评指正。

编 者

一九八四年五月

目 录

第一章 粮粒的组织结构

第一节 种子的组成部分和细胞的基本结构

- 一、 种子的组成部分..... (1)
- 二、 细胞的基本结构..... (2)

第二节 粮粒的组织结构

- 一、 稻谷籽粒的组织结构..... (5)
- 二、 小麦籽粒的组织结构..... (8)
- 三、 玉米籽粒的组织结构..... (12)
- 四、 高粱籽粒的组织结构..... (15)
- 五、 谷子籽粒的组织结构..... (17)
- 六、 大豆种子的组织结构..... (17)
- 七、 芝麻种子的组织结构..... (20)
- 八、 油菜种子的组织结构..... (21)
- 九、 向日葵种子的组织结构..... (22)
- 十、 花生种子的组织结构..... (22)

第三节 粮食籽粒各部分的重量比例及化学组成

- 一、 粮食籽粒各部分的重量比例..... (25)
- 二、 粮食籽粒各部分的化学组成..... (27)
- 三、 粮食籽粒的组织化学研究法..... (33)

第二章 粮粒中的水分

第一节 水分的重要性

- 一、 水分子的结构与理化性质..... (34)
- 二、 水分的生理功能..... (37)
- 三、 粮食中的水分对粮食贮藏、加工的影响..... (38)
- 四、 影响粮食水分的主要因素..... (39)

第二节 水分在粮食籽粒中存在的形态与贮粮的关系

- 一、水分在粮食籽粒中存在的状态..... (41)
- 二、粮食的吸潮与散湿..... (43)
- 三、粮食的平衡水分和安全水分..... (44)
- 四、水分活度..... (46)

第三节 水分的测定方法

- 一、电烘箱低温恒重法(标准法)..... (50)
- 二、烘箱定时高温法..... (50)
- 三、高水分粮的双烘法..... (51)
- 四、蒸馏法..... (51)
- 五、电测法..... (52)
- 六、水的滴定测法—卡·费许尔法..... (53)

第三章 粮粒中的糖类

第一节 概述

- 一、糖的化学概念..... (55)
- 二、糖的分类..... (56)
- 三、糖类的重要性..... (56)

第二节 单糖

- 一、单糖的结构..... (58)
- 二、单糖的主要性质..... (68)
- 三、单糖的测定..... (80)

第三节 低聚糖

- 一、粮食中常见的低聚糖..... (82)
- 二、低聚糖的主要性质..... (85)

第四节 多糖

- 一、淀粉..... (86)
- 二、纤维素..... (123)
- 三、半纤维素..... (125)
- 四、果胶物质..... (126)

第四章 原粮中的脂类

第一节 脂类的一般概念

- 一、 什么是脂类 (129)
- 二、 脂类分类 (129)
- 三、 研究脂类的意义 (130)

第二节 油脂

- 一、 油脂分子的组成和结构 (131)
- 二、 主要理化性质和常用分析指标 (146)

第三节 蜡

- 一、 植物蜡的组成 (153)
- 二、 蜡在粮油籽粒中的含量 (155)
- 三、 蜡的一些性质 (155)
- 四、 蜡的用途 (155)

第四节 磷脂

- 一、 磷脂的分类 (156)
- 二、 磷脂(神经)鞘脂类 (162)
- 三、 油料粮食籽粒中的磷脂含量分布 (167)
- 四、 磷脂的功用 (168)

第五节 糖脂

- 一、 甘油醇糖脂 (171)
- 二、 神经酰胺糖脂 (174)
- 三、 糖脂在谷物中的分布 (175)

第六节 异戊二烯系脂类

- 一、 萜类 (176)
- 二、 甾醇类 (179)

第七节 谷类脂类的分析方法及其应用

- 一、 分析谷物脂类的意义 (184)
- 二、 谷物脂类分析方法 (184)
- 三、 面粉中的脂类与面包烘焙品质 (188)

第八节 重要粮油概述

- 一、大豆油 (193)
- 二、菜籽油 (193)
- 三、花生油 (194)
- 四、芝麻油 (196)
- 五、棉籽油 (197)
- 六、玉米胚油 (200)
- 七、向日葵油 (200)
- 八、米糠油 (201)

第九节 油脂在贮藏过程中的酸败及其防止或延缓措施

- 一、什么叫酸败 (203)
- 二、酸败的类型 (203)

第五章 粮粒中的蛋白质

第一节 概述

- 一、蛋白质的重要性 (223)
- 二、蛋白质分子的组成 (224)

第二节 氨基酸

- 一、氨基酸结构上的特点 (228)
- 二、氨基酸的分类 ... (229)
- 三、氨基酸的主要物理、化学性质 (236)

第三节 蛋白质的结构

- 一、蛋白质结构的近代概念 (253)
- 二、蛋白质的构象和维持构象的作用力 (261)

第四节 蛋白质的重要性

- 一、蛋白质的分子形状和分子量 (265)
- 二、蛋白质的两性解离及等电点 (266)
- 三、蛋白质的胶体性质 (270)
- 四、蛋白质的沉淀作用 (271)
- 五、蛋白质的变性作用 (275)

六、 蛋白质的呈色反应	(279)
第五节 蛋白质的分类	
一、 简单蛋白质	(280)
二、 结合蛋白质	(283)
第六节 蛋白质的分离、提纯和鉴定	
一、 抽提	(284)
二、 分离	(285)
三、 纯化	(285)
四、 纯度鉴定	(285)
第七节 小麦蛋白质	
一、 面筋成分	(287)
二、 面筋形成过程	(299)
三、 影响面筋出率的主要因素	(305)
四、 面筋的物理性质及测定	(306)

第六章 核 酸

第一节 核酸的概念	
第二节 核酸的化学组成	
一、 元素组成	(311)
二、 水解产物	(311)
三、 水解产物的化学结构	(312)
第三节 细胞内游离核苷酸及其衍生物	
一、 细胞内的多磷核苷酸	(319)
二、 环状腺苷酸	(321)
三、 辅酶类核苷酸	(322)
第四节 脱氧核糖核酸(DNA)的分子结构	
一、 DNA 的分子大小和各种生物细胞DNA的含量···	(322)
二、 DNA 的碱基组成和碱基克分子比	(325)
三、 DNA 分子的一级结构	(326)
四、 DNA 的二级结构	(327)

五、 DNA 的三级结构	(333)
第五节 核糖核酸(RNA)的分子结构	
一、 RNA 的类型	(334)
二、 RNA 的一级结构	(337)
三、 RNA 的二级结构	(338)
四、 RNA 的三级结构	(338)

第六节 核酸的性质

一、 一般理化性质	(341)
二、 核酸的粘度	(342)
三、 核酸的紫外吸收	(342)
四、 核酸的变性及复原	(343)

第七节 核酸的生物功能

一、 核酸与遗传信息的传递	(345)
二、 核酸与蛋白质合成	(352)

第七章 粮粒中的色素、维生素及矿物质

第一节 粮食中的色素

一、 脂溶性色素	(363)
二、 水溶性色素	(369)
三、 丹宁类	(375)

第二节 粮食中的维生素

一、 维生素的分类与命名	(379)
二、 脂溶性维生素	(379)
三、 水溶性维生素	(388)

第三节 粮食中的矿质元素

一、 粮食中的灰分	(406)
二、 粮食中矿质元素的种素和存在状态	(409)
三、 矿质元素的生理功能	(411)

第八章 酶

第一节 酶的概念及催化特性

一、 概念	(413)
二、 酶的催化特性	(413)
第二节 酶的化学本质及酶的结构	
一、 酶的化学本质	(417)
二、 酶的结构	(417)
第三节 酶的命名及分类	
一、 酶的命名	(423)
二、 酶的国际系统分类法及编号	(425)
第四节 酶的催化机理及酶反应的基本动力学	
一、 酶的催化机理	(429)
二、 酶反应的基本动力学	(432)
第五节 酶的分离、提纯及活力测定	
一、 酶的分离及提纯	(451)
二、 酶活力的测定	(453)
第六节 粮食中重要的酶及其作用	
一、 淀粉酶	(457)
二、 磷酸化酶	(468)
三、 蛋白酶类	(469)
四、 酯酶	(474)
五、 氧化还原酶	(477)

第九章 粮粒细胞的新陈代谢

第一节 新陈代谢的概念	
第二节 生物细胞中能量转换	
一、 生物氧化与细胞呼吸作用	(483)
二、 生物氧化或细胞呼吸中的物质氧化方式	(484)
三、 呼吸链	(486)
四、 生物氧化过程中能量释放	(499)
五、 ATP 在能量代谢中的作用	(502)
第三节 分解代谢	

- 一、 糖的有氧氧化和无氧氧化 (504)
- 二、 甘油和脂肪酸的降解和氧化 (527)
- 三、 蛋白质的降解 (534)

第四节 合成代谢

- 一、 淀粉的生物合成 (540)
- 二、 油脂的生物合成 (543)

第五节 粮食在贮藏过程中的一些变化

- 一、 粮食发热 (550)
- 二、 粮食变苦 (554)
- 三、 粮食变酸 (555)
- 四、 褐变 (559)

第十章 粮食的营养价值和食用品质

第一节 粮食的营养价值

- 一、 粮食供给的热量及人体的消化率 (565)
- 二、 粮食中的营养素 (569)

第二节 粮食的营养强化与强化剂及改进剂

- 一、 提高粮食营养价值的途径 (577)
- 二、 粮食的营养强化 (578)

第三节 小麦面粉的烘焙品质与大米的蒸煮品质

- 一、 小麦面粉的烘焙品质 (591)
- 二、 大米的蒸煮品质 (595)
- 三、 方便食品 (598)

第四节 评定粮食品质的物理方法

- 一、 面团物理性质的测定 (600)
- 二、 面团发酵性能的测定 (606)
- 三、 其他几项物理性质的测定 (610)

第一章 粮粒的组织结构

粮粒包括稻、麦、黍、豆类等子粒。其中，有的在植物学上称作种子，是由胚珠发育而成的，例如豆类、油菜、芝麻；有的在植物学上称为果实，其内部包含一粒或几粒种子，而外部则由子房壁或花器的其它部分发育而成，例如稻谷、小麦、玉米等禾谷类粮粒和葵花籽等果实。前者属颖果，后者属瘦果。禾谷类粮粒的果皮不发达，常与种皮相愈合不易分离，是这类粮粒组织结构的特点。不同粮种的粮粒组织结构不尽相同，不同组织的细胞所含的化学成分也各有差异。粮食的加工和贮藏都要考虑粮粒的结构特点和其化学成分的不同，以便采取相应的加工工艺和贮藏措施。因此，研究粮粒的组织结构对粮食加工、贮藏以及粮食付产品的利用都有重要意义。

第一节 种子的组成部分和 细胞的基本结构

一、种子的组成部分

种子的形状、大小、颜色各不相同，但其基本结构有共同性，即每颗种子都由三个主要部分组成：种皮（有时包括果皮在内），胚和胚乳。

胚是种子最重要的部分，它是由胚芽、胚根、胚轴和子叶四部分组成。种子萌发后，胚根、胚轴和胚芽分别形成植

物体的根、茎、叶及其过度区，因而胚是植物新个体的原始体。种子胚部生命活动旺盛，也最易生霉，所以胚大的粮粒（如玉米）就难保管。

胚乳是贮存营养物质的组织，禾谷类粮粒（例如小麦、稻谷）的胚乳特别发达。有的种子在发育过程中胚乳就被吸收而消耗，成为无胚乳种子。在无胚乳的种子中营养物质就贮存于胚内，例如大豆、花生等。

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。

果皮一般可分为外果皮、中果皮和内果皮。但稻谷、小麦、玉米、高粱等的果皮分化均不明显。外果皮通常由一层或二层表皮细胞组成，常有茸毛和气孔。中果皮大多数只有一薄层。内果皮则由一至数层细胞组成。

种皮也分外种皮和内种皮。外种皮厚且有韧性，内种皮多呈薄膜状。禾谷类种子的种皮到成熟时，只残留痕迹，而豆类种子的种皮则比较发达。在种皮细胞中没有原生质，因此种皮细胞是无生命的。

二、细胞的基本结构

细胞是构成动植物有机体的基本单位。粮食籽粒也是由细胞构成的，它具有植物细胞的基本结构。如图1-1、图1-2。

在显微镜下可看到细胞有长的、圆的、棱角形的等等，形状各异。其大小也各不相同，一般在25——50微米之间，但也有例外，如棉纤维细胞可长达75毫米。

虽然细胞形状、大小各不相同，但都具有相同的基本结构。植物细胞一般包括原生质体和细胞壁两大部分。

原生质体。植物细胞原生质体的外围有质膜与细胞壁紧

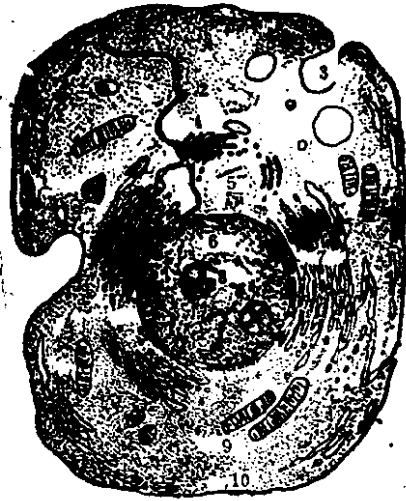


图 1—1 细胞结构模式图——真核细胞

- | | | | |
|-------|--------|-------|--------|
| 1—溶酶体 | 2—细胞质 | 3—胞饮泡 | 4—高尔基体 |
| 5—中心体 | 6—细胞核 | 7—内质网 | 8—核仁 |
| 9—线粒体 | 10—细胞膜 | 11—核膜 | |

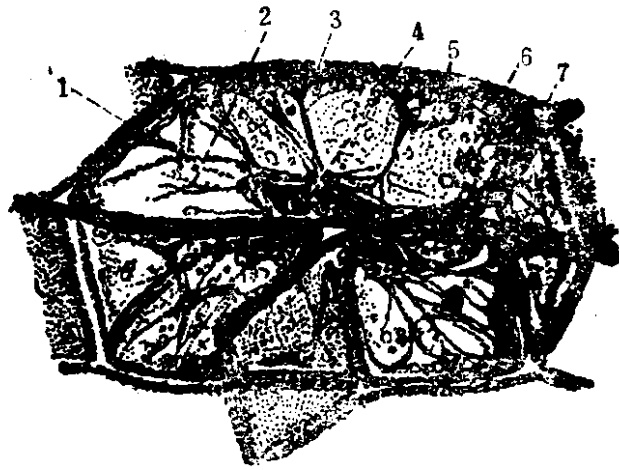


图 1—2 植物细胞立体结构

- | | | | |
|-------|-------|--------|-------|
| 1—细胞质 | 2—液泡 | 3—细胞壁 | 4—细胞核 |
| 5—胞间层 | 6—叶绿体 | 7—细胞间隙 | |

黏质，膜内的原生质叫做细胞质。埋在细胞质中的有细胞核和许多结构和功能不同的细胞器。

细胞核。细胞核多呈球形，外有核膜，内有核仁。细胞核中还有染色质，它是细胞遗传物质的载体。

细胞质是有核细胞的核外原生质。外表有质膜和细胞壁紧密相连。内有液泡膜包围液泡，在质膜和液泡膜之间的细胞质中含有许多细胞器。质膜、细胞器的膜统称生物膜，是选择性透过膜，主要由脂类与蛋白质组成。

细胞器包括线粒体、质体、内质网、高尔基体、微管和微体，其结构各不相同，在细胞内各有其独特的功能。

线粒体。是普遍存在于动物和植物细胞的一种细胞器。其来源不同，形状、差别很大，有的呈线状，有的呈颗粒状，由此得名。线粒体由内膜和外膜构成。外膜通透性大，内膜有严格的透过选择性。外膜较平整光滑，内膜的不同部位向线粒体的内腔折叠，形成嵴。嵴的周围充满了基质。

质体。植物细胞中几乎都有质体。质体内大多含有色素。含胡萝卜素、叶黄素等的质体叫有色体。粮粒所具有的颜色与它们的存在有关。含叶绿素的质体叫叶绿体。叶绿体中含有蛋白质、脂类和核酸。

内质网。分布在整個细胞质中，它由管状、泡状、囊状的膜结构连接形成网状，因此叫做内质网。

高尔基体。它是由一些囊泡组成，分布在细胞核附近的细胞质中。

细胞壁。细胞壁是由原生质体的分泌物构成的。植物细胞原生质体的外围，一般都有细胞壁，对细胞起保护和支持作用。细胞壁的主要化学成分是纤维素，半纤维素和果胶质。

第二节 粮粒的组织结构

一、稻谷籽粒的组织结构

稻谷由糙米及稻壳两部分构成。稻壳包括护颖及内、外稃，外稃延伸部分则为芒。稻谷去壳即得糙米。糙米属果实中的颖果。糙米粒有背、腹面之分，有胚的一面为腹面，无胚的一面为背面，背面上有一条背纵沟，两侧各有一条侧纵沟，如图 1-3 (I)。

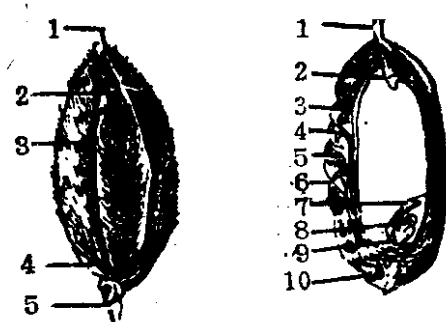


图 1-3 稻谷外形和稻谷的纵切面

I 稻谷外形：1—芒 2—外稃 3—内稃 4—护颖 5—小穗柄

II 稻谷纵切面：1—芒 2—胚乳 3—糊粉层 4—种皮 5—果皮 6—内稃 7—盾片 8—胚芽 9—胚根 10—护颖

糙米由糠层(果皮和种皮)、胚乳和胚组成。三者分别占籽粒的 5~6%、91~92%、2~3%。糙米的果皮较厚，而种皮较薄，二者不易分离，如图 1-3 (I)。果皮由一层表皮细胞，6~7 层薄壁细胞(相当于中果皮)，一层内含叶绿体的横向排列的横列细胞和一层细长的纵向排列的管状细胞组成。种皮是紧贴于果皮内的一层薄膜状细胞，由珠被发育而来如图 1-4，图 1-5。红米的色素即包含在这层细胞