

中等粮食学校试用教材

储粮生物化学



中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材

储 粮 生 物 化 学

《储粮生物化学》编写组 编

中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材
储 粮 生 物 化 学
《储粮生物化学》编写组 编

*

中国财政经济出版社出版
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
通县西定安印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 11.25印张 280,000字
1982年6月第1版 1982年2月北京第4次印刷
印数: 85,001—58,000

统一书号: 15166·105 定价: 1.65元

编 审 说 明

《储粮生物化学》是为中等粮食学校，粮油储藏专业编写的基础课教材，也可供在职的保粮职工学习参考。

参加本书编写的同志有：四川省粮食学校陆联高（主编）、钟烈铸同志，原南京粮食学校汤子俊同志，湖南省粮食学校詹继吾同志。

本书经我们审定，可作为中等粮食学校试用教材。

中华人民共和国粮食部教材编审委员会

一九八一年六月

目 录

第一章 粮食籽粒化学成分含量与分布	(1)
第一节 粮食籽粒结构	(1)
第二节 化学成分含量及分布	(5)
第二章 水分与矿物质	(8)
第一节 水分	(8)
第二节 矿物质	(18)
第三章 糖类	(23)
第一节 概说	(23)
第二节 单糖	(25)
第三节 低聚糖	(48)
第四节 多糖	(54)
第四章 脂类	(74)
第一节 概说	(74)
第二节 真脂	(75)
第三节 类脂	(84)
第四节 主要植物油概述	(93)
第五章 蛋白质与核酸	(100)
第一节 概说	(100)
第二节 氨基酸	(104)
第三节 蛋白质的化学结构	(112)
第四节 蛋白质的理化性质	(122)

第五节	蛋白质的分类	(129)
第六节	几种主要粮食中的蛋白质	(132)
第七节	核酸	(139)
第六章	维生素与激素	(156)
第一节	概说	(156)
第二节	维生素	(158)
第三节	激素	(170)
第七章	酶	(176)
第一节	概说	(176)
第二节	酶的命名与分类	(180)
第三节	酶的化学本质与结构	(200)
第四节	影响酶催化反应因素	(204)
第五节	辅酶、辅基和金属活化剂	(214)
第八章	代谢	(232)
第一节	合成代谢	(232)
第二节	分解代谢	(244)
第三节	生物氧化	(284)
第四节	粮食褐变	(302)
第五节	储粮品质变化	(308)

附 实验

实验一 粮食中糖的定性试验

实验二 谷物中直链淀粉与支链淀粉的测定

附 直链淀粉与支链淀粉的提纯和分离方法

实验三 淀粉碘蓝值的测定

实验四 中性脂肪的组成

实验五 油脂中卵磷脂的鉴定

实验六 用纸层析法分析氨基酸

实验七 蛋白质的颜色反应

实验八 豆球蛋白等电点测定

实验九 粮食中盐溶蛋白的定量测定

实验十 维生素B₁的定性试验

实验十一 几种酶的定性试验

实验十二 细胞色素和细胞色素氧化酶的定性反应

实验十三 脂肪转化糖的定性试验

实验十四 蚕豆色素试验

第一章 粮食籽粒化学成分含量与分布

第一节 粮食籽粒结构

一、稻谷籽粒结构

粮食一般来说是指作物种子或果实而言。稻谷成熟的果实俗称米，在植物学上称为颖果。颖果外包了一层颖壳，约占20%，主要含纤维素，颖壳扁平如船底形，由大小二片组成。外片称外颖，小片称内颖。外颖尖端生芒，内颖无芒，亦有内外颖均无芒的。内外颖基部着生小而扁平尖端锐利的护颖。颖果最外一层称果皮，由几层细胞组成，果皮下层为外种皮，外种皮下为糊粉粒层一层细胞。糊粉粒层内为胚乳，含大量的淀粉。胚在颖果一端，包括幼根、幼芽、幼茎，富含蛋白质、脂肪、维生素等营养成分和酶类。胚与胚乳的分界部位为吸收层，发芽时分泌出淀粉酶，将胚乳中的淀粉转化为可溶性单糖，供胚吸收（图1-1）。

二、小麦籽粒结构

成熟的小麦籽粒构造，基本上与稻谷相似，亦是果皮、外种皮、糊粉层、胚乳、胚等部分组成。各部比例为：

果皮、外种皮（包括糊粉层）

13~14.4%

胚

1.4~2.9%

胚乳

84.2~85%

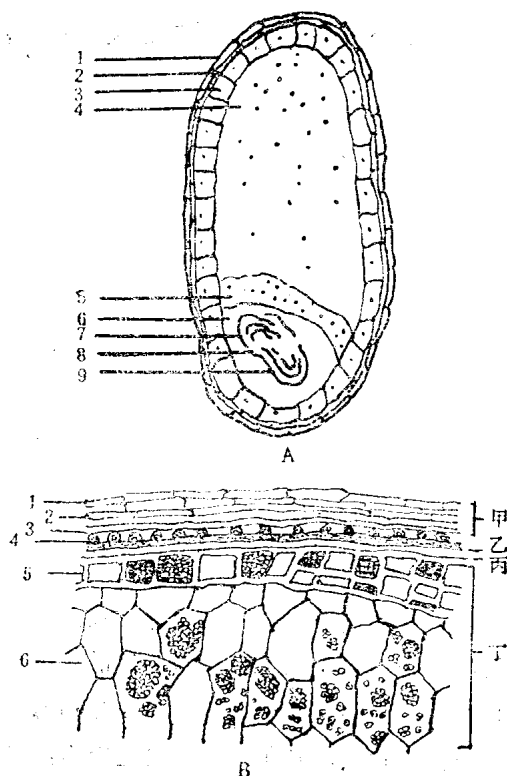


图1-1 糙米籽粒结构

A、糙米纵切面

1.果皮 2.外种皮 3.糊粉层 4.胚乳 5.吸收层 6.胚 7.幼芽
8.幼茎 9.幼根

B、糙米内部构造

甲、果皮 乙、种皮 丙、外胚乳 丁、胚乳

1.外果皮 2.中果皮 3.横裂细胞 4.管状细胞 5.糊粉层细胞
6.淀粉细胞

果皮为三层长细胞，最外层细胞为角质层，其余二层为下表细胞。角质细胞在颖果顶部，形成细而中空突起丛毛。下层细胞有空隙，内一层为空气层，充满空气。种皮由纤维组成，为两层细胞，不含原生素，有空隙。种皮内为糊粉层细胞，腹沟糊粉层特厚。胚乳由许多大型薄细胞所组成，充满淀粉粒与蛋白质。由幼根、幼芽、幼茎组成，除含脂肪、糖、卵磷脂、蛋白质、维生素外还含酶类（图1-2）。

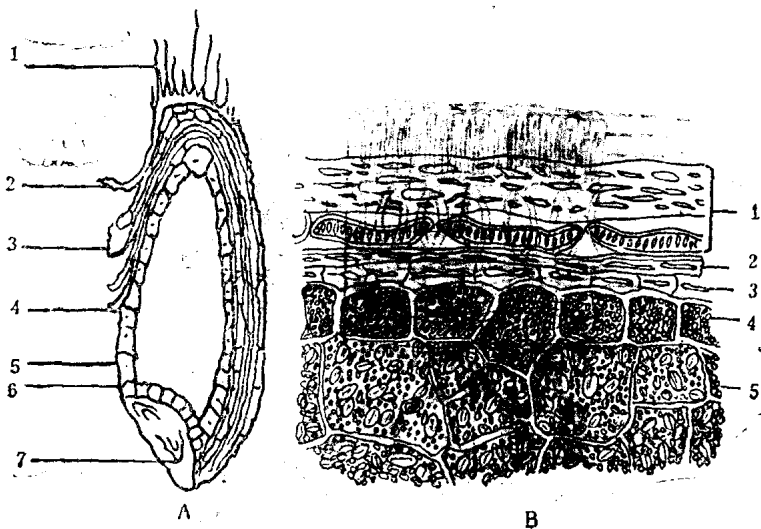


图1-2 小麦籽粒结构

A、小麦籽粒纵切面

- 1. 丛毛
- 2. 角质层
- 3. 果皮细胞
- 4. 种皮细胞
- 5. 糊粉层
- 6. 吸收层
- 7. 胚

B、小麦籽粒内部构造

- 1. 果被
- 2. 内珠被
- 3. 珠心层
- 4. 无胶层
- 5. 淀粉层

三、大豆籽粒结构

大豆种子与禾谷类种子不同，有豆荚，种子在荚内。种子的最外层为种皮，内有子叶及胚。无胚乳，又称为无胚乳。

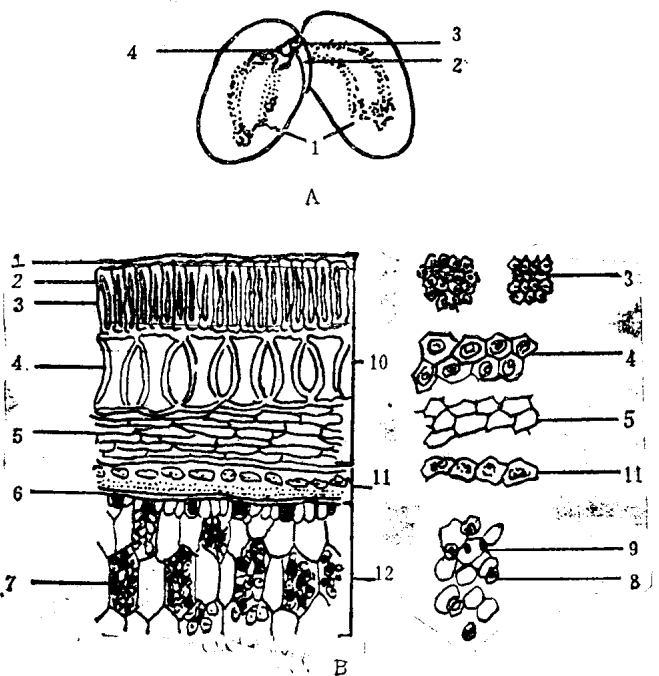


图1-3 大豆种子构造

A、大豆种子外形

1.子叶 2.胚根 3.胚茎 4.胚芽

B、大豆种子横切面

1.角质层 2.明线 3.栅状细胞 4.柱状细胞 5.海绵细胞 6.外表皮
7.蛋白粒 8.脂肪 9.淀粉 10.种皮 11.胶质层 12.子叶

种子。子叶富含脂肪、蛋白质。大豆种子内部构造见4页图1-3。种皮由角质层、表皮(栅状细胞), 亚表皮(柱状细胞、海绵细胞等)多层组成。种皮下为胶质层, 系胚乳残迹, 紧贴于海绵细胞内, 内含丰富的蛋白质, 栅状细胞排列紧密, 内含色素, 使种皮带色。

第二节 化学成分含量及分布

一、化学成分的含量

粮食是富含营养成分的物质, 它对人类的正常生活起着十分重要的作用。粮食中的营养成分比较复杂, 主要含糖类、脂肪、蛋白质、维生素、矿物质及酶、色素等。这些成分的含量随粮食种类有不同。同一种粮食, 由于品种、地区、土壤、气候、生产条件差异, 亦有不同。在一般情况下, 同一种粮食的化学成分是相对稳定的(表1-1)。粮食中糖类的含量以籼米、粳米、高粱米、小米、薯干最高, 占77.3~80.03%; 其次是玉米与特制粉, 占72.9~75.0%; 最低是马铃薯, 占17.3%。蛋白质含量较高的为大豆, 占37.8%, 其次为花生仁, 占26.0%; 最低为甘薯, 仅占1.1%; 脂肪除油料种子外, 粮食中脂肪的含量是不高的。黄玉米占4.6%, 大麦占4%, 高粱占3%, 标准粉与籼米均低, 仅占1.8%与0.9%。

我国禾谷类粮食的蛋白质含量均是很低的。主食大米(包括籼米与粳米)的蛋白质仅为6.6~6.9%左右, 玉米略高, 为8.2~8.7%, 但多缺少必需的赖氨酸, 小麦粉虽然比

表1-1

我国一些粮食的主要成分含量 (%)

名 称	水 分	粗蛋白	粗脂肪	糖 类	粗纤维	灰 分
稻 谷	13.0	8.0	1.4	68.2	6.7	2.7
糙 米(籼)	13.0	8.3	2.5	74.2	0.7	1.3
糙 米(粳)	14.0	7.1	2.4	74.5	0.8	1.2
籼米(标二)	14.0	6.6	0.9	77.3	0.3	0.9
粳米(标二)	14.0	6.9	1.7	76.0	0.4	1.0
糯米(标二)	14.9	6.9	1.3	76.0	0.2	0.7
小 麦	15.0	11.0	1.9	68.5	1.9	1.7
特 制 粉	13.0	9.4	1.4	75.0	0.4	0.8
标 准 粉	13.0	9.8	1.8	73.6	0.7	1.1
全 麦 粉	12.0	9.4	1.9	72.9	2.4	1.4
面 筋	72.0	19.9	2.5	5.0	6.1	0.5
麦 麸	12.2	14.1	3.9	53.6	10.5	5.7
大 麦	8.0	9.8	4.0	72.8	4.9	0.5
燕 麦	9.7	15.6	3.2	66.7	3.1	1.7
青 稞	12.6	10.1	1.8	70.8	1.8	3.4
小 米	11.0	9.7	1.7	76.1	0.1	1.4
黄 玉 米	14.0	8.2	4.6	70.6	1.3	1.3
白 玉 米	11.3	8.7	4.2	72.9	1.6	1.9
高 粱	10.9	10.2	3.0	70.8	3.4	1.7
高 粱	12.0	5.5	3.4	76.6	0.5	2.0
豌 豆	11.0	20.4	1.3	60.0	4.6	2.7
蚕 豆	12.0	24.7	1.4	52.5	6.9	2.5
绿 豆	13.0	21.2	1.1	57.5	4.0	3.2
红 小 豆	11.9	19.9	1.3	57.7	5.8	3.4
芸 豆	12.0	23.1	1.7	56.1	3.5	3.6
大 豆	10.0	37.8	17.2	24.6	5.0	5.1
芝 麻	2.5	21.9	61.7	4.5	6.2	3.4
花 生 仁	12.0	26.0	30.5	25.0	4.0	2.5
油 菜 籽	5.8	26.3	40.35	17.59		
向 日 葵	7.8	23.1	51.1	9.6	4.6	3.8
棉 籽(仁)	6.4	39.0	33.2	14.8	2.2	4.4
甘 薯	75.2	1.1	0.2	21.5	1.4	0.6
薯 干	10.9	3.9	0.8	80.3	1.4	2.7
马 铃 薯	78.0	2.0	1.1	17.3	0.4	1.2

摘自中国医学科学院卫生研究所食物成分表 (1977)

较高一点，亦仅占9.8%左右。为了提高粮食蛋白质的营养价值，除了加工制造强化米外，还应从育种方面提高谷物蛋白质的含量，以适应人类的要求。

研究粮油化学成分含量的目的在于合理利用，物尽其用。含脂肪高的大豆、花生仁、油菜籽、芝麻用以榨油；含淀粉高的小麦、薯干片用以制粉，大豆既富含脂肪又富含蛋白质，利用时脂肪榨油，蛋白质作豆制品。

各种化学成分虽然在含量上相对稳定，但随储藏时间长短和储藏条件的差异，其质与量均在发生不断的变化。这些变化，将影响到粮食品质。粮食中各种化学成分，各具有其本身的理化特性，这些特性与粮食的生理活动旺盛与否，害虫、霉菌等的繁殖有密切关系。所以，研究分析粮食化学成分，最终目的为改进食品、鉴定储藏方法，探索更科学的安全储藏措施。

二、化学成分分布

各种粮食所含化学成分在籽粒中分布是不平均的。谷类粮食，淀粉主要分布在胚乳；纤维素、矿物质主要分布在皮层中，糖、脂肪、蛋白质主要分布在胚和糊粉层内。小麦糊粉层除含大量蛋白质、脂肪外，还含大量维生素。

豆类粮食，如大豆等，蛋白质、脂肪、淀粉分布于子叶内。维生素、矿物质分布在皮层内。

薯类粮食，纤维素主要分布在皮部，淀粉主要分布于肉质部。

小麦、大麦中化学成分的分布与糙米相似。

第二章 水分与矿物质

第一节 水 分

一、生物体中水分含量

任何生物体均含有一定量的水分。水分在生物体的各种物质组成中，一般来说含量较多。在生物中水分含量最高的是水母，可达体重98%以上。微生物亦是含水量高的生物。细菌细胞平均含水量为鲜重的75%，酵母菌含水量为70~85%，霉菌为85~90%，这种高含水量的生物，在生态上形成高湿要求。

粮油种子含水量以薯类最高为67~74%，谷类粮食脱水干燥后，亦含12~14%。油料籽粒，由于含疏水胶体较多，脱水干燥后，亦含7~10%。

粮油种子水分含量不仅对粮油种子成熟、后熟及储藏期中的一切物理生化变化过程有十分密切的关系，而且对储粮害虫及霉菌来说，亦是它们体内水分获得的重要来源，是储粮害虫赖以生长繁殖的重要物质之一。因此，粮油籽粒含水量的高低，对储藏稳定性有着重要影响。

由于水具有溶解力高，介电常数大，粘度小，比热高等

特性，为热的良导体。因此，在生物体内具有特殊的重要作用。其功能有如下几点：

(一) 水是一切生化反应的介质。水的溶解力较强，生物体内大多数有机和无机物质均易溶于水，即使不溶于水的脂肪亦能分散于水中，形成乳状液或胶体溶液。水的介电常数较高，它可以促进电解质的电离。水既是生物体中一切生化反应的介质，又是生化反应的产物。

(二) 水是生物体细胞原生质的成分之一。细胞原生质中水分减少，原生质由溶胶状态转为凝胶状态，生命活动就减弱。

(三) 水是物质运输的载体。生物体组织和细胞所需营养和代谢产物在体内的转运，全靠水作为运输载体来实现，如果水缺少，生物体所需的营养和代谢物就停止转运，导致生理机能失常。

(四) 水是促使酶活性的重要物质。粮油籽粒中酶的活性多是在一定的水分情况下才表现活力。

(五) 水分子具有十分明显的极性。水的极性决定了多数化合物所特有的水合作用。这种水合作用，使原生质亲水胶体稳定。

(六) 水具有特别的物理特性。如水的比热、气化热、导热性均较高，这对粮油储藏温度变化影响极大。害虫、微生物离开了水，生命活动就不能进行。

(七) 水是一些高分子化合物的空间结构组成成分。蛋白质等类物质的空间结构需有水参加组成，如果水分消失，会导致其晶体结构解体，改变原有的一些特性。大米干燥过

度，常使其中一些酶失去活性，导致食味改变。含水量较高的鲜甘薯，脱水干燥，制成薯干后，即失去鲜薯的美味。稻谷含水量太低，加工时碎米率增高。小麦磨粉时需润麦，其目的是改变粮粒硬度，增进麸皮韧性，减少脆性，以利于提高粉质，增加产量。

二、粮食中水分存在状态

生物体和粮食籽粒中的水分，从存在状态，可分为束缚水与自由水（或称游离水）。根据 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 等离子的电学特性，它们在水溶液中是以 $[\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_x]^+$ 、 $[\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})_y]^-$ 等水合物形式存在的。有的水分子结合得牢固，有的水分子结合得松弛，束缚水与自由水之间的界限是难截然划分的，但由于粮食中这些无机金属离子的含量是很微的，束缚水与之结合量亦是非常少的，绝大部分束缚水多是和淀粉、蛋白质等亲水胶体物质结合的。根据测定：100克淀粉平均可束缚30—40克水，100克蛋白质平均可以束缚50克水。束缚水是由氢键静电引力结合着的水，由于它具有不易结冰的特性，在生物学上有着极其重要的意义。干燥粮油籽粒和微生物（如霉菌孢子），由于在体内仅含束缚水，便能在很低的湿度下保持其生活力。

束缚水怎样通过氢键静电引力结合呢？粮食中含丰富淀粉与蛋白质，这些物质分子上存在许多极性基团，如淀粉分子上具有羟基、环氧和氧桥，这些都是分子中的极性部分，与水分子起作用。