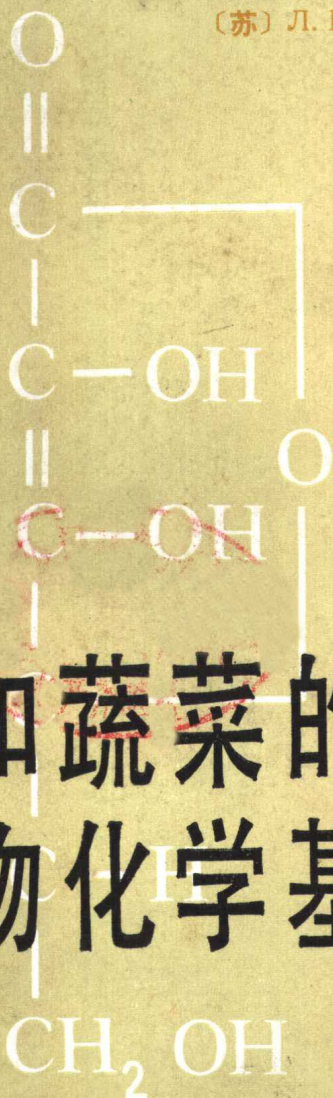


〔苏〕Л. В. 梅特利茨基 著



水果和蔬菜的 生物化学基础

科学出版社

水果和蔬菜的生物 化学基础

〔苏〕Л. В. 梅特利茨基 著

刘慕春 唐崇钦 贾志旺 译

科学出版社

1988

内 容 简 介

本书介绍水果和蔬菜的现代生物化学成就。第一部分讨论水果和蔬菜中含有的主要物质,它们的作用以及参与在果、蔬产品贮藏时所进行的生物化学过程。第二部分介绍防止果、蔬感病、功能失调、过早萌发和过度成熟的生物化学方面的问题。

本书供从事水果和蔬菜贮藏、加工和销售等专业技术人员使用。

Л. В. Метлицкий

ОСНОВЫ БИОХИМИИ ПЛОДОВ И ОВОШЕЙ

Изд. «Экономика», 1976

水果和蔬菜的生物化学基础

〔苏〕Л. В. 梅特利茨基 著

刘慕春 唐崇钦 贾志旺 译

责任编辑 梁淑文

科学出版社出版

北京朝内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988年1月第1版 开本: 787×1092 1/32

1988年1月第1次印刷 印张: 10 1/8

印数: 0001—2,400 字数: 229,000

ISBN 7-03-000515-5/Q·96

定价: 3.40元

前 言

现在大家都公认,生物化学这门研究生命起源和生物各个组成部分的结构与功能的科学,是作物栽培、收获物的贮藏及其加工的理论基础。

近几年来,生物化学获得了卓越的成就。有些原理,不久前还认为是完全不可动摇的,而今其中许多原理已有了新的解释。所以,以尽可能容易了解的形式把现代生物化学的主要成就和从中得出的适合国民经济不同部门的具体需要的实际结论送到栽培学家、商品学家和工艺师们的手中,这一点是非常重要的。

Л. В. Метлицкий 教授的《水果和蔬菜的生物化学基础》一书就是为了这个目的。本书共分两部分。第一部分研究水果和蔬菜的重要成分及其定位和参与细胞代谢;第二部分研究防止水果和蔬菜的病害、过早萌发和衰老的生物化学基础。研究的重点放在抗植物病原菌的生物化学特性、休眠和成熟状态上,因为这是制定预防水果和蔬菜免受各种损耗的理论基础。

在讨论这些问题之前,先简单介绍一下植物组织中含有的主要物质(蛋白质、核酸、酶、糖、脂肪、有机酸、矿物质)以及阐述一下有关植物免疫、休眠和向活跃生长转变、成熟和衰老的现代概念。

由于简述了这些问题,使一些不太熟悉生物化学的读者不仅能够很容易地了解到有关水果和蔬菜生物化学的相当复杂的问题,而且还可以了解到其它农产品的有关生物化学的

相当复杂的问题。

1970年“经济”出版社出版了Л. В Метлицкий的专著《水果和蔬菜的生物化学》。在许多评论中和读者的座谈会上，这本书得到了很高的评价。然而，作者决定对此书从根本上加以修改，不过还保留了原来的结构。六年的时间，对于像生物化学这样发展迅速的科学是一个相当长的时间。所以必须总结新得到的资料。此外，还应当考虑评论家和读者们提出的希望。

本书中引用了大量的文献。它的基础是作者及其同事在苏联科学院巴赫生物化学研究所与许多其它科学研究所和高等院校密切合作所完成的多年的研究成果。我想，这就使本书具有一种新颖的特点，当然这将由读者们作出评价。

А. И. Опарин 院士

目 录

前言	iii
第一部分 水果和蔬菜的主要成分及其定位和参加细胞代谢	1
第一章 水果、蔬菜的细胞和组织结构	4
第二章 蛋白质和氨基酸	19
第三章 核酸	29
第四章 酶	42
第五章 维生素	62
第六章 碳水化合物	80
第七章 脂类	98
第八章 酚类化合物	112
第九章 有机酸	123
第十章 水和矿物质	133
第二部分 预防水果和蔬菜病害、过早萌发及衰老的生物化学基础	141
第十一章 水果和蔬菜抵抗传染病的生物化学	145
第十二章 保护水果和蔬菜免遭传染病的生化基础	187
第十三章 马铃薯和蔬菜休眠的生物化学及预防它们萌发的原理	225
第十四章 水果成熟和衰老的生物化学	250
第十五章 在调节的气体环境里贮藏水果和蔬菜的生物化学基础	276
结束语	294
参考文献	298
索引	309

第一部分

水果和蔬菜的主要成分及其定位 和参加细胞代谢

……生命的主宰啊！
难道我们的生命一定
依赖这些植物吗？

——希亚瓦塔之歌
Longfellow

平衡营养的概念是关于人类对某些食品需要的现代学说的基础。依照这个概念,只有在以适量的能量和许多在化学性质上很不相同的代谢反应所不可缺少的物质来供给有机体的条件下,才可能保证正常的生命活动,因为这些物质是生命的基础。特别引人注意的是许多不可缺少的营养因素,因为在物质代谢中,其中每一种营养因素都有其特殊的作用。

从这个观点来看,现代营养科学把水果和蔬菜看成是生命不可缺少的食物。

古代的医生把水果和蔬菜说成好象是一种神奇的力量,并推荐用来治疗许多疾病。相反在十九世纪五十至七十年代,人们认为任何食物的价值仅仅以它的发热量来计算,所以水果和蔬菜在营养上的意义几乎全部被忽视了。由于水果和蔬菜大多数具有很小的发热量,所以仅仅把它们视为好吃的食品。

1927年Ф. В. Церевитинов发表了第一部具有内容丰富的水果和蔬菜的化学专著。1933年出版了第二版,1949年出版了第三版。就本书所总结的资料范围而言,还没有一部与其相同的著作,所以到现在为止,它还没失掉作用^[190]。以后又出版了许多作者的专著和综述,其中总结了一些新得到的有关某些种类水果和蔬菜的生物化学特性的资料,同时还考虑到栽培条件、贮藏和加工方式。

对所完成的研究工作的意义很难估价得过高。因为对水果和蔬菜中含有的物质的结构与功能还远远没搞清楚。近年来出现的较为完善的研究方法,使得在水果和蔬菜中许多含量非常少的物质被发现了,这些物质是非常重要的营养因素,在水果和蔬菜的生命过程中起着特别重要的作用。

在研究水果和蔬菜的化学成分时应当注意到，有许多物质可能完全不存在于健康的组织中，而可能只产生在对感染或不良作用的反应时，它无论在抗病性上，还是在感病性上，都能起重要的作用。

所有的物质通常严格地局限在各个组织上，而在细胞内部，则局限在细胞器上。例如，如果核酸主要集中在分生组织（芽眼）中，则很难根据在整个块茎上测定核酸来判断马铃薯中核酸的含量和作用。如果氧化磷酸化作用在严格限定的细胞器（线粒体）中实现，则在整个组织中研究氧化磷酸化作用（呼吸作用中释放出的能量的贮备）效果是很小的。

同一类物质，依照浓度及其与其它化合物的关系，可能起不同的作用，有时起相反的作用。大家都知道，有些物质，在浓度很小时能刺激生命活动过程，在浓度较大的情况下则抑制或停止生命活动过程。例如，有些多酚物质，在浓度小的情况下能促进植物病原菌的生长，在浓度较大的情况下则抑制植物病原菌的发育。这类多酚不仅对寄生物的生长，而且对植物本身的生长既有刺激作用，又有抑制作用。所以不仅在植物免疫现象上，而且在调节休眠和向活跃生长转变上，多酚均具有重要作用。

本书第一部分以现代概念扼要地讨论了有关水果和蔬菜中含有的各种物质的性质和功能。

这一部分是从阐述植物细胞的结构开始，因为细胞中包括核酸和蛋白质在内的各种物质本身在结构以外不能完成任何生理功能。仅仅由于这些物质在空间上很严格排列（细胞内的组织）和彼此的相互作用，生物才获得了一些区别于非生物的，并决定“生物分子逻辑”的特性。

第一章 水果、蔬菜的细胞和组织的结构

大家都知道,细胞(作为一切生物基本的完整单位)是一些由专门执行一定功能的细胞器组成的复杂的系统。由于把细胞分离为亚细胞组分的现代方法的建立和在细胞研究工作中广泛采用电子显微镜,因此才比较细致地了解到植物细胞的超微结构的特点,这些特点与某一生物和某一组织的特殊代谢方向有关。许多专著^[36,185,160,267]和图集^[242,5]都专门阐明了植物细胞的超微结构。

植物细胞结构的一般概念

植物细胞在亚显微结构水平上与动物细胞有许多共同之处,但是,在很大程度上又有一些反映动、植物之间的基本差别的结构特点。

植物细胞与动物细胞最重要的区别是植物细胞中有质体。质体决定着植物的主要功能,即利用太阳能和自养(光合作用)。

植物细胞还具有许多独特的结构特点。通常有两个最显著的特点:第一,每个细胞周围形成有坚实的外壁(详见第六章);第二,具有发达的液泡系统、液泡周围为半渗透膜,即液泡膜。

高等植物的细胞在超微结构上有很大的差异。各类细胞

之间出现的组织差异可在分生组织上观察到。随着器官的生长和组织的分化,这些差异逐渐增大,在成熟的细胞上表现得最明显。因此,“模式植物细胞”的概念是相对的,一般地介绍它的超微结构是相当困难的。最好先讨论植物细胞的一般构造,然后再讨论与特化有关的细胞和组织的构造特点。

图1为“典型的”植物细胞的构造示意图^[242],这个图似乎强调指明了植物细胞所特有的独立性。细胞壁在很大程度上维持着它的独立性,保护原生质不受外界影响,并充当原生质的支架,使组织具有一定的强度,同时还参与执行许多其它的功能。各

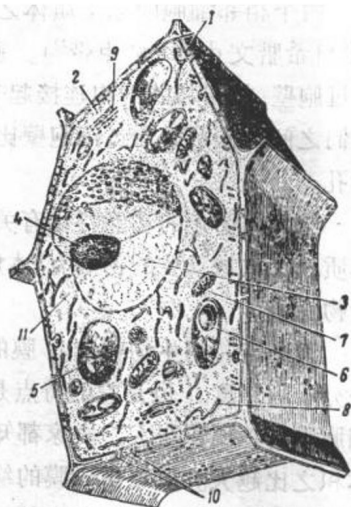


图1 植物细胞构造图

1. 细胞壁; 2. 细胞质; 3. 核;
4. 核仁; 5. 液泡; 6. 质体; 7. 线粒体; 8. 具核糖体的内质网;
9. 高尔基体; 10. 胞间连丝;
11. 游离的核糖体。

个细胞之间借助于胞间层联系在一起。胞间层是在细胞分裂过程中形成的,并且是细胞原生质体合成和分泌活动的结果。胞间层主要是由半纤维素和果胶物质组成的。两个邻近细胞胞间层的两侧为初生壁,其中,在半纤维素和果胶物质的分子之间有纤维素的微纤丝通过。

许多植物细胞在成熟状态时仅有一层初生壁。大多数植物叶子的薄壁组织细胞就是典型的例子。其它的细胞在达到最终大小以后,由于在初生壁内表面上附加层的沉积,开始形成次生壁。附加层主要由纤维素的微纤丝组成。次生壁比较

坚硬,正是由它来担负着木质部、纺织纤维和造纸纤维、稻秆和软木塞的机械功能。

两个相邻细胞的原生质体之间的联系,是通过胞间连丝(来自希腊文 *desmos*“束带”)。胞间连丝是很细的原生质丝,穿过胞壁,将相邻的细胞连接起来。细胞壁发育良好的细胞,它们之间的联系是通过细胞壁比较薄的区域,这个区域叫做纹孔。

与细胞明显的功能特化有关的是,细胞壁中具有不同的基质。其中最重要的物质有:木质素、角质、栓质、钙和硅的化合物。

膜是奇特的生物构造。膜的厚度很薄,仅仅相当于2—3个分子的厚度。但是它的特点是稳定、坚韧、抗张强度很高。细胞膜的总面积很大。大家都知道,物体越小,物体的表面与体积之比越大。所以由于膜的缘故,非常微小的细胞,却具有能保证进行代谢过程的很大的“生产面积”。

膜在细胞生活中的作用很大,而且是多种多样的。膜能够调节许多细胞内的过程和改变酶的活性,还能把酶联合成为统一的酶传送带,在这里,每一种酶与其它的酶严格配合发生作用。膜可以调节细胞的透性,选择性地许可或禁止某些物质的分子和离子进出细胞。所以,在包括呼吸和光合作用在内的所有生物化学过程中,膜具有重要的作用。此外,膜还参与细胞的外部联系,因此,细胞能识别与自身相同的物质,而排斥异类物质。这在植物免疫上和保持机体的完整性上有着重要的作用。所以,现在许多研究人员都注意膜的结构与性质的研究,这是不足为奇的^[116,7]。

最简单的细胞膜是由两层蛋白质构成的,两层蛋白质之间有一层脂类(图2)。细胞膜可形成质膜、液胞膜、内质网膜和高尔基体膜,同时包围着细胞质的微粒体。质膜是植物细

胞中把原生质体与细胞壁分开的外部界膜。它有一些重要的生理特性,如选择性透性、逆浓度梯度积极运输物质的能力。初步推测,质膜参与形成细胞壁的细胞质的作用。有些细胞器的结构表面为双层膜覆盖,双层膜是由两层中间具有间隙的单膜组成的。线粒体膜、细胞核膜、质体膜都是这样构成的。

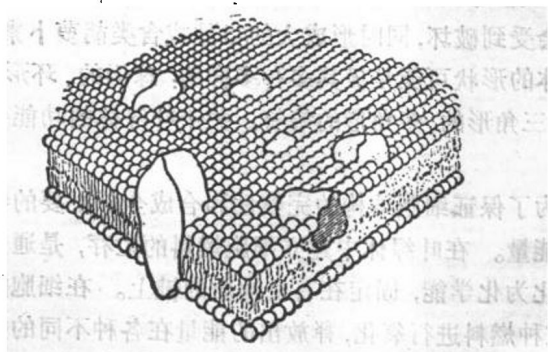


图2 细胞膜的镶嵌模型带尾巴的小球为脂类,形状不规则的大嵌入体为蛋白质。

植物细胞的特点是具有质体。质体按颜色可分为叶绿体(来自希腊文 *chlōros* “绿色”)、白色体(来自希腊文 *leukos* “白色的”)和有色体(来自希腊文 *chrōma* “颜色”)。

在植物的各种不同的组织中都有叶绿体:例如在叶肉、表皮、薄壁组织、韧皮部以及木质部中。叶绿体的大小平均为4—6微米,形状通常为透镜状。叶绿体为双层膜包围着,其中充满小粒状基粒,基粒中有整齐排列的膜系统(片层)。叶绿体中有叶绿素分子,在它们的参与下进行光合作用。叶绿素分子使植物的组织具有绿色。叶绿体也含有其它的色素,如胡萝卜素和叶黄素,但是这些色素常常被大量的叶绿素掩盖着。在叶绿体中,在光能的参与下,由二氧化碳和水合成糖。

白色体多半存在于贮藏组织的细胞中,通常比叶绿体小。

白色体的形状是可变的：可能是圆的、椭圆的和变形虫状的。白色体的片层系统发育较差，不能进行光合作用。白色体的功能在于沉积贮藏物质。含有贮藏淀粉的白色体叫做造粉体，例如，马铃薯块茎的细胞具有造粉体。

有色体通常是由叶绿体形成的，很少由白色体形成（例如，在胡萝卜的根中）。在有色体发育过程中，叶绿体的片层系统会受到破坏，同时形成大的微粒或含类胡萝卜素的晶体。叶绿体的形状可能是极其多种多样的：球形的、环形的、纺锤形的、三角形的、多角形的等等。关于叶绿体的功能作用还没弄清。

为了保证细胞结构的完整性和合成全部必要的物质，就需要能量。在叶绿体中建立细胞燃料的贮存，是通过把太阳能转化为化学能，固定在有机物质的键上。在细胞的线粒体中，这种燃料进行氧化，释放出的能量在各种不同的生命活动过程中被利用。因此，线粒体是细胞的“动力站”，是细胞的能量中心。

线粒体的大小根据形状（球形的、椭圆形的、柱状的）而定，一般为0.2—20微米，但是最常见的约1微米。线粒体的轮廓和形状是极其多变的。线粒体是由蛋白质（75%）、脂类（25%，主要是磷脂）和少量的核酸（1.3%）组成。在内膜表面上叫做嵴的管状突起处聚集有许多酶，从被氧化的底物中脱离出来的电子，借助这些酶传递给空气中的氧。在这个过程中，细胞得到大量的能量。

线粒体通常分散在整个细胞中。根据生理状况和细胞对能量的需要，线粒体的数量可能从500—2000。不只一次地观察到成熟的线粒体进行分裂并且数量增加。

幼嫩的细胞中线粒体比较多。因此，这种细胞中所进行的生物化学过程的活跃程度也比较高。在不同的组织中，线

粒体的结构会发生变化，并且可能依照组织的功能状况而变化。

许多研究人员很注意核糖体的研究，因为蛋白质的合成就是在这里边进行的^[173]。在所有的细胞中都有核糖体，其大小为100—150埃，它们由一个大的亚单位和一个小的亚单位组成。每一个亚单位中包含有蛋白质和核糖核酸，由此得名“核糖体”或“核糖核蛋白体”。细胞中的核糖体有时分布得不整齐，但是往往聚合成一定大小的群。它们与内质网膜结合在一起，形成小环。核糖体有时在膜上排列成整齐的行列。但是，在细胞质中，除连接在内质网膜上的核糖体外，还有游离的没有结合的核糖体。它们可能单独地存在于透明质中，或以3—15个单位联合成群，即多核糖体。游离的和连接的核糖体具有不同的活性，并可进行合成各种不同类型的蛋白质。

细胞核是细胞代谢、生长和繁殖的控制中心。核中的染色体执行这一功能。染色体是非常复杂的，基本上是由去氧核糖核酸组成的，去氧核糖核酸连接着蛋白质和核糖核酸。染色体本身具有遗传单位——基因，生物全部遗传下来的特征都固定在基因上。

核内有一个核仁，核糖体微粒的合成就在这里面进行。核仁的组成中有核糖核酸和蛋白质。

细胞核被核膜包围着，核膜是由两层单层膜组成，两层膜彼此被核周空间的间隙分隔开。核膜的特点是具有直径为200—300埃的核孔。核质通过核孔直接与细胞质发生联系，这种联系是借助内质网进行的。

内质网在细胞中可能有两种基本类型：具颗粒的（粗糙的）和不具颗粒的（平滑的）。它们在形态上不同，并且常常执行不同的功能。

具颗粒的内质网是由分支管状系统组成的，分支管是由

简单的双层膜和连接在膜上的核糖体组成的。具颗粒的内质网的功能还没充分弄清。常常认为特殊大分子的合成功能和细胞内运输的功能是由这个膜系统造成的。有一些资料谈到, 连接到内质网膜上的核糖体可以合成蛋白质, 蛋白质可进入网状的腔内, 多肽链在这里进行修饰, 随后在细胞中进行运输。也有一些资料谈到, 具颗粒的内质网参与细胞壁多糖的合成和运输, 也参与生物膜的合成。在细胞中, 不具颗粒的内质网通常发育较差, 也不是在所有的植物细胞中都可以看到不具颗粒的内质网。然而, 在某些类型的分泌细胞中, 不具颗粒的内质网是细胞质的主要组分。这种类型的内质网的功能还没弄清。人们推测, 它参与萜烯、甾醇类的合成和细胞内的运输。

在所有的高等植物细胞中都有高尔基体。它是由许多同心弯曲的膜组成的。在膜的末端有突起, 形成许多小泡, 然后变成比较大的小泡。高尔基体在细胞中参与蛋白质、多糖、脂类和脂蛋白的分泌。初步认为, 分泌的产物经过选择, 在高尔基体小泡中成形, 然后进入细胞壁或液泡。

发育完全的植物细胞通常含有一个大的中央液泡, 中央液泡被半透膜即液泡膜包围着。液泡膜是一种单层膜, 通常在电子显微镜下观察, 其外形与质膜一样。

液泡作为细胞贮藏物质的贮囊, 贮藏物质(糖、有机酸等)处于溶解状态, 根据需要可重新参加植物的代谢作用。在液泡中聚集有次生产物(多酚类、生物碱类等), 根据内含物, 液泡在电子显微镜下看上去, 或是完全透明的, 或是含有电子密度的内含物。

每一个植物细胞所具有的重要细胞器就是这样。此外, 还知道有一些细胞器, 或是一定类型的细胞所具有的, 或是一些承担功能任务的细胞所具有的。

这样的细胞器首先是溶酶体。溶酶体不同于所有上述具有双膜的细胞器,它是一些各种各样的小泡,被一单层膜包围着。溶酶体含有水解酶、分解蛋白质、核酸、碳水化合物。它们在噬菌作用和胞饮现象中具有重要的作用。死亡细胞的溶酶体的膜发生破裂,结果开始细胞的自溶作用。在一般条件下,溶酶体的膜可靠地保护细胞内含物不受细胞中所含的水解酶的影响。

然而,在有关植物细胞中溶酶体的超结构和功能问题上,还有很多没搞清楚。关于其它一些细胞器,例如微粒体、多囊体、微管,同样也没搞清楚。

在研究细胞及其各种细胞器时,应当经常注意处于细胞内的并且在细胞生命中起特别重要作用的胞间物质。它们创造了那样一个微小的环境,细胞从这个环境中吸取它们生命必要的代谢物质,细胞又把自身生命活动的产物送入这个环境中。因此微小的环境本身完全取决于细胞中发生的生物化学过程。这里所谈的是密切相联系的统一复合体细胞-小环境,著名的组织学家 A. Поликар 的一本篇幅不大的、但很有趣的著作就是专门讨论这个问题的^[187]。

水果、蔬菜的细胞和组织的构造特点

以上所谈到的是关于所有植物细胞的构造,也包括水果和蔬菜的细胞。但是,水果和蔬菜的细胞还具有自己的突出特点。

水果和蔬菜的薄壁组织(肉)是由大量比较成熟的薄壁细胞组成的。薄壁细胞内主要的空间为一个大的中央液泡所占据。靠近细胞壁处为薄薄的一层细胞质和细胞器(图 3)。

借助电子显微镜研究这种具液泡的细胞是有很大困难