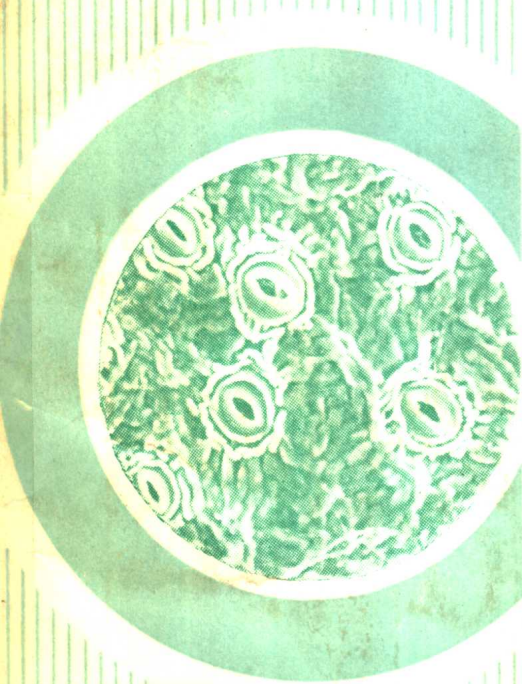


严 学 成 著  
农 业 出 版 社



茶 樹  
形 態 結 構 與 品 質 鑒 定

盧嘉錫題

# 茶树

## 形态结构与品质鉴定

严学成 著

农业出版社

- 国家自然科学基金资助项目
- 中国茶叶进出口总公司资助课题

## 茶树形态结构与品质鉴定

严学成 著

责任编辑 范林

农业出版社出版(北京市朝阳区农展馆北里2号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168mm32开本 4.875印张 64插页 116千字

1990年7月第1版 1990年7月北京第1次印刷

印数 1—4,000册 定价 6.00元

ISBN 7-109-01623-4/S·1084

## 吴 序

《茶树形态结构与品质鉴定》一书是系统地研究茶叶的细胞结构和生产实践相结合的一本应用基础理论专著，是严学成教授积十年辛劳的可贵成果。用电子显微镜观察茶叶细微结构尚属国内首创，它填补了国内茶叶科研的空白，是将生物科学的理论应用到茶叶生产实践中的一个范例。这本书引用的都是严教授的第一手资料。

书中不仅系统研究了茶树的各器官从显微结构到超微结构，而且应用不同结构分品种，鉴定品质。严教授自从1979年接受了中国茶叶总公司的任务，十年来着重对红细茶的加工过程中细胞的变异与品质关系和机具选择配套的研究，对红细茶的加工具有科学意义。对于加工中的不同茶类，鲜叶的结构不同，故存在不同品种适制不同茶类，掌握茶叶结构的特性，在加工中可以发挥品种的优势，提高品质。

此后，这项研究又获得国家自然科学基金的资助而继续深入。因此，这本书的出版对茶叶教学、科研、生产都将是一本很好的教材和参考资料。我衷心祝愿这本书的出版，将对茶叶专业起到良好的作用。

吴觉农

1989年3月

## 王 序

《茶树形态结构与品质鉴定》这本书颇具特色。第一，作者从植物学的角度，对茶树的基本结构，从细胞学到根茎叶形态结构，从宏观到微观，加以详细地叙述，给读者以茶树的基本形态结构和生殖的知识。然后对茶叶的结构与品种鉴定，结构对适制性及品质的影响，从理论上阐明因果关系。这样，对制茶工艺概括出生物学原理。反过来可以指导制茶工艺的革新，为改进茶叶的品质提出科学的依据，所以这是一本从理论出发可以指导生产实践的书。第二，作者多年来为了采集研究样品，跑遍全国各地茶叶产区以及调查野生茶树的生境。无论是茶树的形态解剖，还是细胞的电镜制片，都经过亲自研究，掌握第一手资料。这种科学研究的认真精神，使得这本书有其独到之处。

仅从这两点意义上讲，这本书很值得一读。

王伏雄

1989年4月于北京

## 前 言

1977年,华南农业大学创办茶叶专业,我国教学工作的需要,开始了茶树形态结构的研究。在光学显微镜和电子显微镜下,对茶树的根、茎、叶、花、果实和种子等进行了系统的观察,了解茶树各部分的显微结构和超微结构。这项工作在茶树基础理论研究方面带有填补空白的意义,面临拓荒的艰辛。我感到庆幸的是,在前辈学者的鼓励和指导下,工作逐步取得了成果,为茶树形态解剖学积累了第一手资料。

1979年,全国茶叶学会在江西九江召开。我在会上作了关于茶树形态解剖学的报告。会后,在中国茶叶进出口总公司的热情资助下,将茶树形态解剖学的基础知识和茶叶生产的实践结合起来,进一步开展科学探索。十年来观察了全国各大茶区的一百多个主要茶树品种,认识到:茶树品种和茶叶品质的差别,可以从形态结构上作出科学的说明;茶叶的适制性,即某一品种适合制作某一茶类的机理,同样可以从形态结构上得到准确的了解;而且,制作茶叶的机具,也需要针对不同品种的形态结构进行相应的设计,才能发挥茶叶品质的优势。

现在奉献给读者的这本书,就是上述科学研究的一个小结。

在茶叶科学界老前辈吴觉农教授的亲切鼓励下,我坚定了不断探索的信念。王伏雄、喻诚鸿教授一贯给予我具体指导,在本书写作过程中还多有教正。令我永远怀念的莫强教授,生前给予我进行茶叶科研的指导并从多方帮助。关于本项研究经费方面,继中国茶叶进出口总公司之后,得到了国家自然科学基金的大力资助。对广东省茶叶公司、华南农业大学农学系茶叶教研室、广

东省农业厅、海南农垦总局热作处及所有关心、支持我的研究工作的师友和单位，深表谢意。

本书中染色体的资料和照片由李斌先生供给，茶叶花粉形态资料由何丽卿先生提供，电镜照片由华南农业大学电镜室制作。他们的合作和帮助，都是我深深感谢的！

我期待着读者对本书的内容多加指正。

严学成

1989年3月

# 目 录

吴序  
王序  
前言

## 第一篇 茶树的基本构造

第一章 茶叶细胞的基本结构 .....	1
一、细胞膜 .....	2
二、细胞壁 .....	4
三、细胞器 .....	4
第二章 茶树根的形态解剖 .....	11
一、根的分类 .....	11
(一)吸收根 .....	11
(二)输导根 .....	13
(三)支持根 .....	13
二、根系的形成 .....	13
(一)定根 .....	13
(二)不定根 .....	13
三、根系的形态 .....	14
(一)幼苗期 .....	14
(二)幼龄期(2—3年) .....	14
(三)青壮年期(4年以后) .....	14
(四)衰老期(20年以后) .....	15
四、根的伸长与发育 .....	15
(一)根的伸长 .....	15



(二) 根的发育.....	17
五、根的构造.....	21
(一) 初生构造.....	21
(二) 侧根.....	24
(三) 根的次生生长与次生构造.....	25
(四) 不定根的产生与构造.....	29
(五) 菌根.....	30
六、根颈的构造.....	30
第三章 茶树茎(茶梢, 枝)的形态解剖.....	34
一、茶茎的形态.....	34
二、茶芽的分化和分枝的形成.....	36
三、茶茎的结构.....	37
(一) 茶茎的初生生长.....	37
(二) 茶茎的初生构造.....	38
(三) 茶茎的次生生长.....	43
第四章 茶叶的形态解剖.....	46
一、茶叶的形态.....	46
二、茶叶的发育.....	48
三、茶叶的结构.....	48
(一) 鳞叶的结构.....	48
(二) 鱼叶的结构.....	49
(三) 真叶的结构.....	49
第五章 茶花的形态、解剖与发育.....	64
一、花的组成.....	64
(一) 花梗与花托.....	66
(二) 花萼.....	66
(三) 花冠.....	66
(四) 雄蕊群.....	66
(五) 雌蕊群.....	66
二、花芽分化.....	67
(一) 前分化期.....	68

(二)萼片形成期.....	63
(三)花瓣形成期.....	63
(四)雌、雄蕊原基形成期 .....	66
(五)子房、花药形成期 .....	68
(六)雌、雄蕊成熟期 .....	68
三、雄蕊的发育与结构.....	68
(一)雄蕊的发育 .....	68
(二)花药的发育 .....	69
四、雌蕊的发育与结构.....	80
(一)雌蕊的发育 .....	80
(二)胚珠的发育 .....	83
(三)成熟胚囊细胞的超微结构.....	86
(四)承珠盘.....	87
五、开花, 传粉, 受精.....	87
(一)开花.....	87
(二)传粉.....	88
(三)受精作用 .....	88
(四)受精后的胚囊 .....	89
(五)胚 .....	91
(六)不发育胚囊.....	92
第六章 果实与种子 .....	95
一、茶果 .....	95
(一)果实的形成与发育 .....	95
(二)果实的形态解剖 .....	96
二、种子的形态结构.....	97
(一)种子的组成.....	97
(二)种子的结构.....	97

## 第二篇 茶叶的结构与鉴定

第七章 茶叶的结构与品种鉴定 .....	101
一、野生茶.....	102

(一)角质层.....	102
(二)表皮细胞.....	102
(三)叶肉细胞.....	103
(四)硬化细胞.....	103
二、栽培茶.....	104
(一)角质层.....	104
(二)表皮细胞.....	106
(三)叶肉细胞.....	106
(四)硬化细胞(石细胞).....	112
第八章 茶叶的结构与适制性及对品质的影响 .....	118
一、适制红碎茶的品种结构.....	120
二、适制乌龙茶的品种结构.....	123
(一)光学镜下不同品种叶结构.....	124
(二)电镜下不同叶位的结构.....	127
三、绿茶的品种结构.....	129
第九章 制茶工艺中的生物学原理 .....	132
一、多酚氧化酶的定位.....	132
二、红碎茶工艺过程中生物学机理.....	133
三、红碎茶制茶原理.....	136
(一)新工艺比较.....	137
(二)新工艺与传统制茶的比较.....	137
四、红碎茶新工艺——CTC配套机具制茶功效.....	138
(一)工艺流程.....	138
(二)CTC机具的测试 .....	139
(三)CTC机具性能反应 .....	140
五、乌龙茶工艺过程中细胞学变化与品质 .....	141

## 第一篇 茶树的基本构造

茶树属于高等植物，具有高度发展的植物体，在结构和功能上的特化都很显著，这些表现在植物的分化方面，外面形成根、茎、叶和繁殖器官；内部发生各类细胞、组织和组织系统。内部结构多强调细胞和组织上的区别特征，这些区别深入到超微结构的水平上，并在这些不同特征的基础上分成不同品种。

组成茶树的基本单位是细胞，决定茶叶品质成分的物质贮藏在细胞内。因此，必须了解细胞的结构与功能，才能理解不同品种茶树适制不同茶类。

### 第一章 茶叶细胞的基本结构

植物细胞的结构用肉眼是看不到的，必须借助显微镜和电子显微镜才能观察到细胞的微观世界。植物细胞结构随着仪器不断改进而日见复杂，不是本书讨论范围。本书要阐述的是与茶叶制造有关的植物细胞知识。植物细胞在光学显微镜下观察，外面由细胞壁包围着，里面统称为原生质体。在原生质体中有一种无结构的透明质又称为细胞质；另一种有结构的称为细胞器。细胞器包括：细胞核、质体、线粒体、液泡等(图1—1)。质体包括白色体、叶绿体和有色体三种。各种细胞器都浸埋在细胞质中，并以细胞膜分隔，组成各自的小天地。在各自的细胞器上都有专一性的酶进行生化反应。茶叶的有效成分茶多酚、生物碱是贮藏在液

泡中的,它们以一层液泡膜与细胞质分隔,这层液泡膜对红茶加工过程中的作用较大,因此,这里也必须介绍关于细胞的膜结构。

## 一、细胞膜

细胞膜又称质膜,是选择透性膜,它是分隔细胞质中各细胞器的隔膜。质膜是一切细胞不可缺少的重要结构,它既是细胞同外界环境隔离的屏障和支架,又具有同外界环境进行信息交换和识别的功能。生命过程中的一切现象如能量转化、代谢过程、物质运转、细胞分裂、分化等都有赖于膜的存在。因此,必须了解膜的结构与物质组成,以帮助了解红茶工艺过程中的生化反应。

细胞膜主要是由蛋白质和脂类物组成,脂类主要是由磷脂、糖脂和胆固醇组成。其结构模型见图1—2。

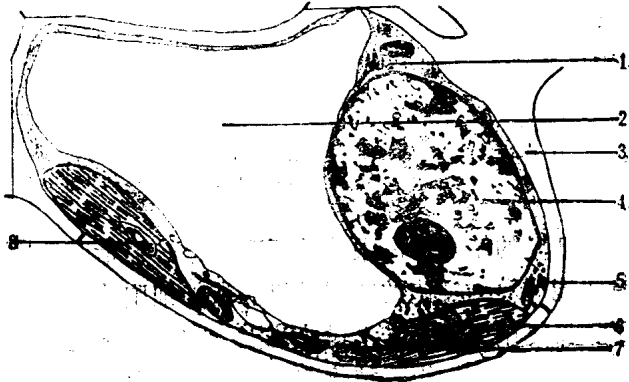


图1—1 茶叶内海绵细胞的结构

- 1.内质网 2.液泡 3.细胞壁 4.细胞核 5.高尔基体  
6.叶绿体 7.线粒体 8.淀粉粒

从图上可见磷脂是兼性分子,它的构型是:一个头部朝外的亲水的极性部分,两条尾巴朝里的疏水的非极性部分。这种一头亲水、另一头疏水即称为兼性分子。这种兼性分子对膜结构很重

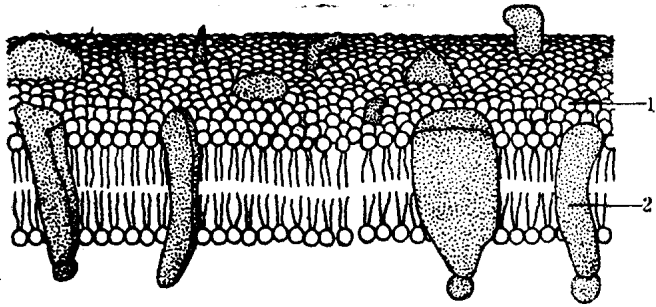


图1—2 细胞膜结构

1.脂类 2.蛋白质分子

要。大块的蛋白质分子穿插在脂类分子中间或在其上、下表面。糖蛋白和糖脂存在于膜脂外侧，它们接受外界的信息起重要作用。

膜不仅是对物质的进出有控制作用，成为物质通透的屏障，还是一些大分子物质合成及中间代谢的一些主要步骤产生的部位。附在膜上的酶积极参与各种生化反应。

膜通过多种途径调节细胞代谢。生物体内的能量转换，也是代谢活动的一个重要组成部分。如线粒体将生物能转化为热能，叶绿体将光能转化为化学能等。这些能量的转化与镶嵌在膜结构中的某种酶系发挥作用有密切关系。

粗糙内质网与蛋白质合成、贮藏有关。分泌蛋白通过内质网囊腔，释放出小泡，借着原生质运动将小泡送至高尔基体上浓缩成为分泌颗粒或糖基化成为糖蛋白的分泌物。这主要是膜的功能和存在于膜中的酶作用的结果。总之生物膜是生物有机体生命中不可缺少的结构物。细胞膜在红茶加工过程中对多酚类物质的酶促氧化后的缩合作用起着重要影响。多酚氧化酶存在于细胞器的膜上，在加工过程中将液泡膜破损后，液泡中的多酚类与细胞质中的叶绿体、线粒体膜上存在的多酚氧化酶作用而形成茶黄素(TF)和茶红素(TR)(将在第二篇第三章中叙述)。这些物质是决

定红茶品质的。所以研究红茶加工过程中细胞膜的变形将对红茶品质起促进作用。

## 二、细胞壁

细胞壁是包围着原生质体的一个外壳。对细胞和植物体起支持作用。植物细胞与动物细胞的主要区别之一就是植物细胞有细胞壁。

细胞壁是细胞分裂过程中形成的，细胞质中出现了许多细丝，称为纺锤丝，一部分集中在细胞的中央赤道面上，渐渐变成了成膜体，由成膜体进一步发育为细胞板，最后形成细胞的胞间层和初生壁，统称为细胞壁。它的组成成分很复杂，主要有纤维素、半纤维素和果胶质。构成纤维素的基本物质是D-葡萄糖残基，彼此以 $\beta$ 1—4糖苷键连结成链状分子，每条链的长度约为0.25—5 $\mu$ m。大约有100条纤维素分子构成分子团，由20个分子团组合成一条微纤丝，许多微纤丝组成大纤维构成细胞壁的“框架”。填充进细胞壁“框架”的物质很多，其中有木质素、果胶质、角质、蛋白质、色素等等。细胞的初生壁掺进上列物质，增加了初生壁的弹性。细胞壁上常以胞间连丝进行细胞间的物质交换（照片1—8）。待细胞停止生长以后，加在初生壁内层上的壁层称为次生壁。从细胞壁的结构得知，它是全透性壁，大分子物质可以通过。因此，红茶加工过程中，尽管茶叶揉切得细碎，若将这些碎块在扫描电镜下观察细胞除在切口处被破碎外，基本是完整的，细胞壁安然无恙。透过细胞壁观察细胞内部的细微结构。

## 三、细胞器

前面已讲过在光学显微镜下所见的细胞基本结构具有：细胞核、质体、线粒体和液泡，将细胞置于电镜下观察。可以见到更

为细微的结构和更多种细胞器。下面我们仅介绍与茶叶品种、品质有重要关系的几种细胞器。核糖体与茶叶的鲜爽度有关，内质网与茶叶蛋白质含量有关，叶绿体和线粒体与茶叶有机物的贮存和呼吸作用有关，高尔基体与细胞壁的形成和柱头、花柱的分泌有关。诚然，细胞中的细胞器功能不是孤立进行的，而是相互协调的。

### (一)核糖体的结构与功能

核糖体(ribosomes)又称核蛋白体，核糖核蛋白体，核糖核酸粒和核肮粒。从名称反映了这些颗粒中所含一个重要成分，即核糖体核糖核酸(简称rRNA)。核糖体是一种非常微小的在普通光学显微镜下看不到的颗粒。在电镜下核糖体的直径为150—250Å的小颗粒。核糖体的化学组成是核糖核酸与蛋白质，它的结构颇为复杂，由两种不同的亚基组成，每种亚基有一套独特的核糖核酸(rRNA)和结构蛋白质。在行使蛋白质合成功能时，单独一种亚基起不了作用。

核糖体的两个亚基，一个较小 一个较大，分别称为“小亚基”和“大亚基”。它们S以值为单位。大小亚基分别为60S和40S(图1—3)。

大、小亚基很可能在细胞质中形成一个亚基贮存库。当需要合成蛋白质时，这些亚基即组合成核糖体。在不需要时核糖体又分解，恢复为亚基的形式，保藏在贮存库中随时备用。

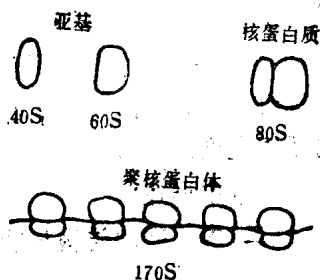


图1—3 核糖体的亚基结构

核糖体常附着在内质网上形成粗糙内质网，若游离在细胞质里的称为游离核糖体。在电镜下观察是一种黑色小颗粒。由于核糖体易与碱性染料结合，当细胞拥有大量核糖体时，细胞质呈碱



性，在普通苏木精—伊红中染色，标本中显紫蓝色。

随着细胞分化或器官分化，单核糖体聚合成多核糖体。多核糖体是由直径10—15Å的信使核糖核酸mRNA细丝将单核糖体串连起来形成多聚合糖体即合成蛋白质的功能团。只有多聚核糖体才具有合成蛋白质的功能。从核糖体的生理功能角度来谈，它是“装配”蛋白质的机器，就象是细胞这个特殊工厂生产线上的装配机，专使氨基酸相互缩合成肽。单核糖体使各种氨基酸等待mRNA的信使带来合成蛋白质的编码信息。当细胞中单核糖体丰富时氨基酸含量会高，当单核糖聚合成多核糖体，细胞中的蛋白质含量丰富。游离的多聚核糖体是合成本身所需的内源蛋白质；附着在内质网上的核糖体主要合成输出蛋白。核糖体的聚解以及附着于内质网上的程度与细胞分化有直接关系。根据(日)增田芳雄(1972)研究小麦胚芽鞘和菊芋的块茎所得结果是：随着细胞年龄的增大，细胞中的细胞器如线粒体、高尔基体及内质网等逐渐发育壮大。特别是内质网发育壮大之后，核糖体与之结合在一起，生成很多粗糙内质网。核糖体的存在形式发生了变化，在老龄细胞中已经看不到核糖体的合成活动，而且核糖体已有很多结合型。这一段话说明核糖体的聚散是随着细胞的老化而变化。这一规律在茶叶细胞中也得到验证。幼嫩的茶叶叶肉细胞中单核糖体占优势，随着叶龄增加单核糖逐渐聚合成多聚核糖体，同时粗糙内质网也增加。核糖体的聚散直接影响到茶叶的品质。这在第二篇第二章中详述。

## (二)内质网的结构与功能(图1—4A,图版1—6)

内质网是细胞质中由膜围成的管状或扁平的囊状结构，相互通连构成细胞质中的扁平囊状系统。内质网分成两种：一种是膜的外侧有核糖体附着的称粗糙内质网，另一种没有核糖体附着的为平滑内质网。粗糙内质网的主要功能是合成蛋白质；平滑内质网的主要功能是合成脂类和固醇，并把它们运输到高尔基体上去。