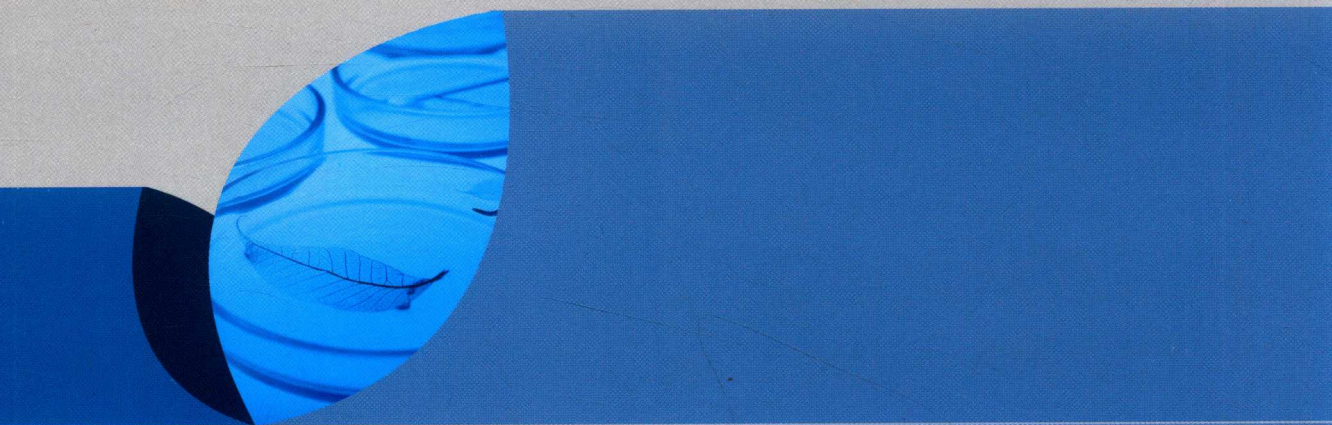




普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育茶学专业教材



COMPREHENSIVE EXPERIMENT OF TEA SCIENCE

茶学综合实验

李远华 主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育茶学专业教材

茶学综合实验

李远华 主编

 中国轻工业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

茶学综合实验/李远华主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2018. 6

普通高等教育“十三五”规划教材 普通高等教育茶学专业教材

ISBN 978-7-5184-1958-6

I. ①茶… II. ①李… III. ①茶叶—实验—高等学校—教材 IV. ①TS272.5—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 094947 号

责任编辑: 贾磊 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 砚祥志远 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 河北鑫兆源印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2018 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 26

字数: 580 千字

书号: ISBN 978-7-5184-1958-6 定价: 60.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

171012J1X101ZBW

本书编写人员

主 编

李远华 (武夷学院)

副主编

郑新强 (浙江大学)

余 志 (华中农业大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

张 伟 (信阳师范学院)

林宏政 (福建农林大学)

郑淑琳 (武夷学院)

袁连玉 (西南大学)

桂燕玲 (浙江树人大学)

晏嫦妤 (华南农业大学)

黄 彤 (宜宾学院)

梁丽云 (河南农业大学)

谢煜慧 (西南大学)

前言

茶是我国古老农业文明的重要组成部分，唐代陆羽所著《茶经》记载：“茶之为饮，发乎神农氏，闻于鲁周公。”新中国成立以后，国盛茶兴，我国茶产业发展很快。随着茶叶科技的进步，特别是在茶文化的推动下，人们对饮茶有益于健康的认识加深，茶已深入我国民众的生活之中，中国茶正在对世界文明进步与人类发展发挥着越来越大的作用。

茶学学科水平的提高可为茶产业提升提供原始创新动力，茶学学科的主要任务是人才培养与科学研究。茶学学科内容广泛，涉及六大茶类和再加工茶、深加工茶，涵盖自然科学、文化和经济，如茶树种植与病虫害防治、茶叶加工制作、茶叶质量评审，茶叶中什么内含物质在起作用、起什么作用，如何运用现代设备与科学新技术进行改造与提高，茶叶产品的进一步延伸与拓宽，茶文化与茶业经济等。

茶学是应用型学科。要学好茶学专业，不仅需要专业理论知识，而且需要实验实践，通过实验操作、实践教学方能巩固与提高书本的理论知识，使学到的理论与实验实践相互印证、相互融合，更好地理解与掌握茶叶基本原理与主要技术特点，增强分析和解决专业问题的能力。

目前出版的综合类茶学实验图书比较少见，特别是与时俱进的茶学专业综合实验教材更是难觅，本教材从选题策划阶段就担负着促进学科发展的重要使命。

本教材内容共分11章，知识点包括引言、实验原理或内容说明、实验目的、材料与设备、方法与步骤、结果与讨论、注意事项、参考文献等。具体内容包括：第一章茶树栽培实验，第二章茶树育种实验，第三章茶树病虫害实验，第四章茶叶加工实验，第五章茶叶深加工与综合利用实验，第六章茶叶审评实验，第七章茶叶生物化学实验，第八章茶叶生物技术实验，第九章茶叶机械实验，第十章茶文化实验，第十一章茶业经济实验。

本教材的编写人员均为全国各高校的茶学专业教师，均具有研究生学历，并从事茶学教育和科学研究工作多年，是我国茶叶行业的骨干力量。参加编写人员包括武夷学院李远华、华南农业大学晏嫦妤、浙江大学郑新强、河南农业大学梁丽云、华中农业大学余志、信阳师范学院张伟、宜宾学院黄彤、武夷学院郑淑琳、西南大学袁连玉、福建农林大学林宏政、西南大学谢煜慧、浙江树人大学桂燕玲。全书由李远华担任主编并统稿。

本教材不仅适用于高等院校茶学类专业学生，也可供茶叶科研人员参考，还可供茶农、茶叶商人、茶叶管理者、茶叶消费者根据需要扩展专业知识。

虽然编者对本教材的编写工作尽了最大努力，但因编者知识有限、学科发展迅速，错漏在所难免，恳请专家同仁指正，以便我们修订时加以完善。

李远华
于武夷山
2018年元月



第一章 茶树栽培实验	1
实验一 茶树叶片形态观察	1
实验二 茶树花果形态观察	4
实验三 茶树根部观察	6
实验四 茶树分枝习性观察	8
实验五 茶树树冠性状与茶园产量测定	10
实验六 茶籽质量检验	12
实验七 茶园土壤物理因子观测	14
实验八 茶园土壤酸碱度和有机质含量的测定	17
实验九 茶园土壤有效氮、速效磷、速效钾含量测定	22
实验十 茶园土壤中重金属（铅、镉）元素的测定	30
实验十一 茶树氮、磷、钾元素的测定	33
实验十二 茶树短穗扦插技术	37
实验十三 茶树嫁接技术	40
实验十四 茶树修剪技术	42
参考文献	45



第二章 茶树育种实验	47
实验一 茶树种质资源圃建立	47
实验二 茶树种质资源调查	48
实验三 茶树标本采集制作	51
实验四 茶树主要品种识别	54
实验五 茶树单株选择方法	55
实验六 茶树杂交技术	60
实验七 茶树品种抗旱性调查	62
实验八 茶树品种抗寒性调查	71
实验九 秋水仙碱诱导茶树多倍体技术	73
实验十 茶树染色体观察	75
实验十一 茶树基因组 DNA 提取及其 ISSR 分子标记鉴定	77

参考文献	80
------------	----



第三章 茶树病虫害实验	83
实验一 茶小绿叶蝉观察	83
实验二 茶毛虫观察	85
实验三 茶尺蠖观察	87
实验四 茶刺蛾观察	89
实验五 茶长白蚧观察	91
实验六 茶蚜观察	93
实验七 茶黑刺粉虱观察	95
实验八 茶丽纹象甲观察	97
实验九 茶小卷叶蛾观察	100
实验十 茶橙瘦螨观察	102
实验十一 茶饼病观察	104
实验十二 茶白星病观察	105
实验十三 茶云纹叶枯病观察	107
实验十四 茶轮斑病观察	109
实验十五 茶炭疽病观察	110
参考文献	112



第四章 茶叶加工实验	114
实验一 茶叶鲜叶质量分析	114
实验二 茶叶萎凋技术	116
实验三 茶叶杀青技术	119
实验四 茶叶发酵技术	121
实验五 茶叶做青技术	123
实验六 茶叶闷黄技术	126
实验七 茶叶渥堆技术	128
实验八 茶叶干燥技术	130
实验九 花茶窰制技术	132
实验十 茶叶精制拼配技术	136
实验十一 名茶制作技术	138
参考文献	142



第五章 茶叶深加工与综合利用实验	143
实验一 茶饮料制作	143
实验二 茶酒制作	144
实验三 茶糕点制作	146
实验四 茶糖果制作	148
实验五 超微茶粉制作	149
实验六 茶树花精油提取	151
实验七 茶肥皂制作	153
实验八 茶洗发香波制作	154
实验九 茶面膜制作	157
实验十 茶树籽油制作	158
实验十一 茶枕头制作	160
实验十二 茶次生下脚料利用调查.....	161
参考文献	163



第六章 茶叶审评实验	165
实验一 绿茶审评	165
实验二 红茶审评	168
实验三 乌龙茶审评	172
实验四 白茶审评	174
实验五 黄茶审评	176
实验六 黑茶审评	178
实验七 茉莉花茶审评	180
实验八 压制茶审评	181
实验九 陈茶审评	183
实验十 速溶茶审评	184
参考文献	186



第七章 茶叶生物化学实验	187
实验一 茶叶中水分的测定——直接干燥法	187
实验二 茶叶水浸出物含量的测定.....	188
实验三 茶叶中茶多酚类含量的测定——福林酚法.....	189

实验四	茶叶中游离氨基酸总量的测定	191
实验五	茶叶中黄酮类化合物总量的测定	193
实验六	茶叶中儿茶素总量的测定——香荚兰素比色法	195
实验七	茶叶中咖啡碱含量的测定	196
实验八	茶叶中可溶性糖总量的测定	198
实验九	红茶中茶黄素、茶红素、茶褐素含量的测定—— 系统分析法	199
实验十	茶叶叶绿素的含量及组分测定	201
实验十一	茶叶中茶多糖含量的测定	203
实验十二	茶鲜叶多酚氧化酶活力测定	204
实验十三	茶叶过氧化物酶的活性测定	206
实验十四	绿茶加工过程中叶绿素的变化	207
实验十五	红茶发酵过程中多酚类物质的变化及其对红茶品质的 影响	208
实验十六	红茶加工过程中多酚氧化酶活力的分析	209
实验十七	乌龙茶加工过程中过氧化物酶活力分析	211
实验十八	不同品种茶树叶片中苯丙氨酸解氨酶活力的比较	212
实验十九	茶多酚的分离制备——直接萃取法	213
实验二十	咖啡碱的分离制备——升华法	215
	参考文献	216



第八章 茶叶生物技术实验

实验一	茶树单细胞分离及培养方法	219
实验二	茶树外植体的组织培养及快速繁殖方法	221
实验三	茶树原生质体融合	224
实验四	茶树多酚氧化酶的提取、纯化与固定	227
实验五	茶叶中微生物的接种与培养	230
实验六	茶树 DNA 提取	233
实验七	茶树 PCR 扩增技术	236
实验八	茶树 RNA 提取方法	241
实验九	茶树 Southern 杂交技术	245
实验十	茶树 Northern 杂交技术	249
实验十一	茶树 Western 杂交技术	253
实验十二	茶树 Eastern 杂交技术	261



实验十三	茶树 RFLP 分析技术	263
实验十四	茶树 RAPD 分析技术	266
实验十五	茶树原位杂交技术	268
实验十六	茶树基因芯片技术	274
实验十七	茶树蛋白质的双向凝胶电泳	278
参考文献	282



第九章 茶叶机械实验

实验一	茶叶采茶机与修剪机的操作	288
实验二	鲜叶预处理设备的使用	292
实验三	茶叶萎凋设备的使用	298
实验四	茶叶做青设备的使用	300
实验五	茶叶杀青机械的操作	303
实验六	茶叶揉捻机械的操作	311
实验七	乌龙茶包揉设备的使用	313
实验八	茶叶干燥设备的使用	317
参考文献	322



第十章 茶文化实验

实验一	绿茶茶艺实践	324
实验二	红茶茶艺实践	326
实验三	乌龙茶茶艺实践	328
实验四	无我茶会实践	330
实验五	茶席设计	331
实验六	茶馆设计调查	334
实验七	茶具鉴赏	335
实验八	茶俗调查	340
实验九	茶与宗教调查	343
实验十	茶文化旅游调查	345
实验十一	茶艺术创作	348
实验十二	茶文化写作	350
参考文献	354



第十一章 茶业经济实验	355
实验一 茶叶生产成本与收益分析	355
实验二 茶叶企业成本核算与控制调查	358
实验三 茶叶科技贡献率调查	368
实验四 茶叶国内贸易特点调查	375
实验五 茶叶国际贸易特点调查	377
实验六 茶叶三产业情况调查	379
实验七 茶叶经营与管理调研	381
实验八 茶叶市场预测统计分析	385
实验九 茶叶营销实战实例	395
参考文献	401

第一章 茶树栽培实验

实验一 茶树叶片形态观察

一、引言

茶树叶片不仅是茶树进行光合作用的主要器官，同时也是主要利用器官，因此对叶片形态结构的了解极为重要。

二、内容说明

1. 叶片的基本特征

茶树的叶片与其他植物叶片相比有以下特征：一是叶缘有锯齿而叶基部无锯齿，嫩叶锯齿上有透明的腺细胞，并随叶片老化而脱落，残留下棕褐色疤痕；二是叶脉呈网状，叶面主脉两侧稍有内凹，叶背主脉呈现凸起，由主脉分出的侧脉约伸展至叶缘 $2/3$ 处向上弯曲呈弧形，与上一对侧脉相联合；三是叶背密生茸毛；四是叶尖略有凹陷；五是不完全叶，有叶柄、叶片，无托叶。

2. 叶片的形态观察

包括数值型性状和描述型性状，叶片的形态根据《茶树种质资源描述规范和数据标准》，相关调查所述如下。

(1) 叶片大小 茶树叶片按叶面积大小分为特大叶型（叶面积 $>50\text{cm}^2$ ）、大叶型（ $28\text{cm}^2 < \text{叶面积} \leq 50\text{cm}^2$ ）、中叶型（ $14\text{cm}^2 < \text{叶面积} \leq 28\text{cm}^2$ ）、小叶型（叶面积 $\leq 14\text{cm}^2$ ）。

叶面积计算公式为：

$$\text{叶面积} = \text{叶长} \times \text{叶宽} \times 0.7 \quad (1-1)$$

(2) 叶形 茶树叶形按照叶形指数来确定（叶形指数 = 叶长/叶宽），一般可分为圆形（叶形指数 ≤ 2.0 ）、椭圆形（ $2.0 < \text{叶形指数} \leq 2.5$ ）、长椭圆形（ $2.5 < \text{叶形指数} \leq 3.0$ ）和披针形（叶形指数 > 3.0 ）。

(3) 叶脉对数 叶脉有主脉和侧脉之分。主脉自叶基部伸至叶尖，侧脉自主脉发出，向叶缘伸展，约伸至叶缘 $2/3$ 处向上弯曲与上方侧脉相接。侧脉对数是分类上的主要依据之一。

- (4) 叶尖 叶尖分渐尖、急尖、钝尖、圆尖等。
 (5) 叶缘 分平展、波浪、背转、内折等。
 (6) 叶面 分平滑、粗糙、光泽、暗晦、隆起等。
 (7) 叶质 分硬、脆、柔软等。
 (8) 叶基 指叶基部至最后一对锯齿处，分狭长、椭圆、圆形。
 (9) 叶色 有深绿、绿、浅绿、黄绿、紫绿等。

(10) 锯齿 茶叶的锯齿变异很大，不同品种茶叶其形状、大小、排列均不同，是辨别茶叶品种的特征之一。记载时以大小、疏密、深浅描述，并可在叶片中部测量 10 个锯齿的宽度作比较。

三、实验目的

通过本实验观察茶树叶片的外部形态，学习有关叶片形态特征描述记载的方法，掌握鉴别茶树叶片的方法，比较不同茶树品种叶片形态的差异，并根据特征进行分类。

四、材料与设备

1. 材料

不同茶树品种的定型叶实物。

2. 设备

直尺、手持放大镜。

五、方法与步骤

1. 叶片基本特征的观察

取一片定型叶，根据叶片的基本特征进行仔细观察后绘图，并注明各部分名称。

2. 叶长和叶宽的测量

选择两个茶树品种，每个品种随机取 10 片定型叶进行测量，采用直尺测定实验对象的叶长、叶宽，并计算叶面积判断叶型，通过叶形指数判断叶形，将结果填入记载表 1-1。

3. 描述型性状观察

通过目测的方法，观察所选取的 20 片叶的叶脉对数、叶尖、叶缘、叶质、叶色、锯齿等特征，并根据“二、内容说明”的相关描述将观察结果填入记载表 1-1。根据调查结果，比较两个茶树品种叶片的形态特征差异。

表 1-1 不同品种叶片植物学特征记载

项目 \ 品种	品种 1						品种 2						
	1	2	3	……	10	平均	1	2	3	……	10	平均	
叶长/cm													
叶宽/cm													
叶面积/cm ²													



续表

项目	品种		品种 1					品种 2					
	1	2	3	……	10	平均	1	2	3	……	10	平均	
叶型													
叶脉对数													
叶形指数													
叶形													
叶色													
叶缘													
叶尖形状													
叶基形状													
叶面													
叶质													
锯齿													

六、结果与讨论

(1) 叶的可塑性很大，同一种茶树在不同的生长环境下，叶片的大小会有所改变，环境和肥水条件好的，叶片大而肥，反之，小而瘦薄。茶树叶片在成熟中一般要经历由小变大的过程，即内折（刚离开芽体时）、反卷（叶边缘向背卷曲）、展平（叶边缘平而直）、定型四个阶段，并且位于树体边缘、中央、上部、下部的叶片大小不同，同株茶树同一枝条上的叶片也会因为着生位置（叶序）不同而面积大小不同。因此，实验过程中叶片选取的部位和代表性对实验结果有较大影响。

(2) 茶树叶面积的测量方法有求积法、方格法、称量法、公式法等，以公式法简单易行，应用最多。但因茶树品种间叶形差异较大，公式法中的系数值对计算结果有一定的影响，常以 0.7 为茶树叶片的计算系数，不同叶形指数的茶树要准确计算叶面积时，应先对调研对象的系数选用进行校正。另外，随着图像处理技术以及植物叶片成像仪等技术的应用，能够快速获取植物叶片图，并通过图像处理技术测量叶片的面积、长度、宽度、周长等指标，其数据更为准确。

七、注意事项

- (1) 必须选择有代表性的定型、成熟并且没有病虫害的健康真叶进行观察测量。
- (2) 多点取样，多次重复测量，求取平均值为最终结论。

实验二 茶树花果形态观察

一、引言

花果是茶树重要的生殖器官，也是茶树分类学上的重要标志，因此对茶树花果性状的了解极为重要。

二、内容说明

1. 花的构造

茶花为两性花，由花柄、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊五个部分组成。

(1) 花柄 花柄短，呈绿色，不同品种长短不一，一般为几毫米。

(2) 花萼 位于花的最外层，有5~7片，呈覆瓦状叠合，绿色或绿褐色，近圆形，长约2~5mm，基部广阔肥厚，光滑带革质，少数有毛。花受精后，萼片闭合包裹子房越冬，一直到果实成熟也不脱落，称“萼片宿存”。

(3) 花冠 呈白色、乳白色，少数粉红色，由5~9片组成，也有多至20余片的，花冠上部分离而基部联合，与雄蕊外轮合生在一起。花冠大小测量：以近尽开时，量其自然花冠的最大直径。

(4) 雄蕊 数目很多，一般在200~300枝，由花丝和花药组成，3~5个花丝结合成一组，花丝白色或粉红色，排列成数圈，花药由两个花粉囊构成，内含无数花粉粒。

(5) 雌蕊 由子房、花柱和柱头组成。花柱顶部为柱头，自花粉1/2或1/3处分裂，因品种而异，有2~6裂，花柱基部膨大部分为子房，分3~5室，每室4个胚珠，子房上大都生茸毛，极少数无茸毛。

花柱长：自花柱基部至柱头的长度。

分裂长：自分裂处量至柱头。

雌雄蕊长度比值（♀♂高差）：测量柱头的自然高度与外轮高层花药垂直高度之间的高位差值，等高者记为“0”，♀低于♂者，记为“-”，♀高于♂者，记为“+”。

2. 茶果的形态

(1) 茶果 未成熟茶果，果皮为绿色，成熟时为棕绿色或是绿褐色。茶果形状多样。与果内种子粒数有关，有球形（1粒）、肾形（2粒）、三角形（3粒）、方形（4粒）、梅花形（5粒）。

(2) 种子 为棕褐色或黑褐色，有近球形、半球形和肾形，由种皮和种胚组成。种皮分内外种皮。种胚由胚根、胚轴、胚芽和子叶四部分组成，子叶两片，胚芽于子叶基部与子叶柄相连。

三、实验目的

了解茶树花果的外部形态及构造，并比较不同品种之间的差异，深刻认识茶树花果在茶树分类学上的重要性。



四、材料与设备

1. 材料

不同品种的花、果实。

2. 设备

直尺、徒手切片工具、放大镜。

五、方法与步骤

(1) 每组 2 人，选择 2 个品种，每个品种采正常开放花朵 10 朵。认真观察茶树花的形态结构，根据观察结果，画一朵完整的茶树花并注明主要部位。

(2) 描述花冠颜色、外形、花萼颜色等，将观察结果填入表 1-2 中。

(3) 测量花冠大小、花柄长短、花萼、花瓣、雄蕊数量、花柱长度、柱头分裂数、分裂长、雌雄蕊长度比值等，将观察测量结果填入表 1-2 中。

(4) 选取 2 个品种，每个品种采正常茶果 10 个，观察其形状、颜色，然后拨开果皮观察每果的种子数、种子的形状、颜色、并测量种子大小等，将结果填入表 1-2 中。

(5) 比较不同茶树品种花果形态的差异，并将分析结果写入实验报告。

表 1-2 不同茶树品种花果形状调查

品种		品种 1						品种 2					
项目	编号	1	2	3	……	10	平均值	1	2	3	……	10	平均值
		花冠大小/cm											
	花色												
	花瓣片数												
	花梗长度/cm												
萼片	片数												
	颜色												
	有无茸毛												
雌蕊	花柱长/cm												
	分裂数/个												
	分裂长/cm												
	雄蕊数/个												
	子房有无茸毛												
	♀♂ 高差												
	茶果形状												
	茶果颜色												
	种子形状												
	种子颜色												
	每果种子数												
	种子大小/cm												

六、结果与讨论

(1) 茶树花果的性状主要受遗传因素控制,在种内或变种内较为稳定,但在长期演化过程中仍能发生各种变化,造成花果结构的多样性,因此茶树花果形态是茶树品种选育、鉴定、分类以及茶树起源研究的重要依据,如茶树雌蕊柱头的分裂数目、分裂深浅以及子房上有无茸毛等都是茶树分类的重要依据。

(2) 由于不同品种茶树开花结果习性存在差异,并且同一品种在不同地区的开花结果时期也存在差异,因此本实验的开展需要根据各地品种、气候等因素选择在开花盛期进行,茶树花的观察以及果实成熟期进行茶果观察。在我国大部分茶区茶树开花盛期在10月中下旬至12月中下旬,茶果成熟期为霜降前后。

七、注意事项

(1) 样品采集时需注意选择正常开放的花朵以及正常成熟的茶果。

(2) 多点取样,多次重复测量,求取平均值为最终结果。

实验三 茶树根部观察

一、引言

根系是茶树吸收水分和营养素的重要器官,根系生长的好坏不仅与茶树的生长有直接关系,并且会影响茶叶产量和品质,而且研究茶树根系的特征及生育特性,也是指导茶树栽培的重要依据之一。

二、实验原理

茶树的根系,据其功能不同,一般分为输导根(直径在1mm以上)和吸收根(直径在1mm以下)。吸收根呈乳白色,表面密生根毛,是吸收水分和营养素的主要部分,因此根系生育好坏一般均以吸收根在一定体积土壤内的干重或一定土壤剖面露出的吸收根数目分布情况来表示。

三、实验目的

通过本实验,要求掌握茶树根部观察的基本方法,并判断茶树根系生育的好坏,采取适宜的茶树栽培措施。

四、材料与设备

1. 材料

成年茶树生长的茶园一块。

2. 设备

锄头、铁锹、钢卷尺、纱布、吸水纸、天平、铁筒、方格纸、喷雾器等。