

华南农业大学“九五”规划教材

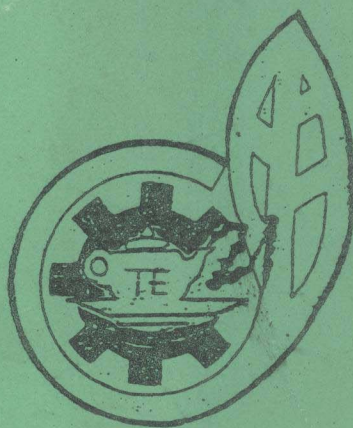
制茶工程学

ZHI CHA GONG CHENG XUE

邝伟儒
周学成
刘道被

主 编

副主编



华 南 农 业 大 学

广 州

前 言

制茶工程学是以茶叶(由鲜叶到毛茶)为对象,研究茶叶特性,制茶工艺及茶叶品质、风格与制茶工程条件(环境)之间相互制约规律的一门科学。它与制茶机械学的区别在于前者不讨论具体的机械结构,机构的作用及其相关的运动学,动力学方面的具体问题;它与制茶工艺学也不同,即不研究具体的加工工艺,它主要是研究茶叶品质形成所需要的工程条件,以及这些条件在茶叶品质形成过程的作用与效果。由于茶叶品质的形成与生化变化密切相关,而生化变化是在温度、湿度、空气及机械力、热力等物理因素的综合作用下发生的,因而必然要涉及以各种物理手段为基础的加工技术以及加工环境,茶叶生化转化特性,品质监控、检测等问题。所以,制茶工程学成为一门工程技术与加工工艺、生化学科相结合的交叉学科。

本教材制茶工程学首次将电镜技术、微型计算机技术及智能控制技术收编入内,加深物料特性及加宽制茶热加工基础的内容,同时收集整理制茶机械常用专业术语中的(中、英、日)文词汇对照 159 例,以供读者学习和交流之用。

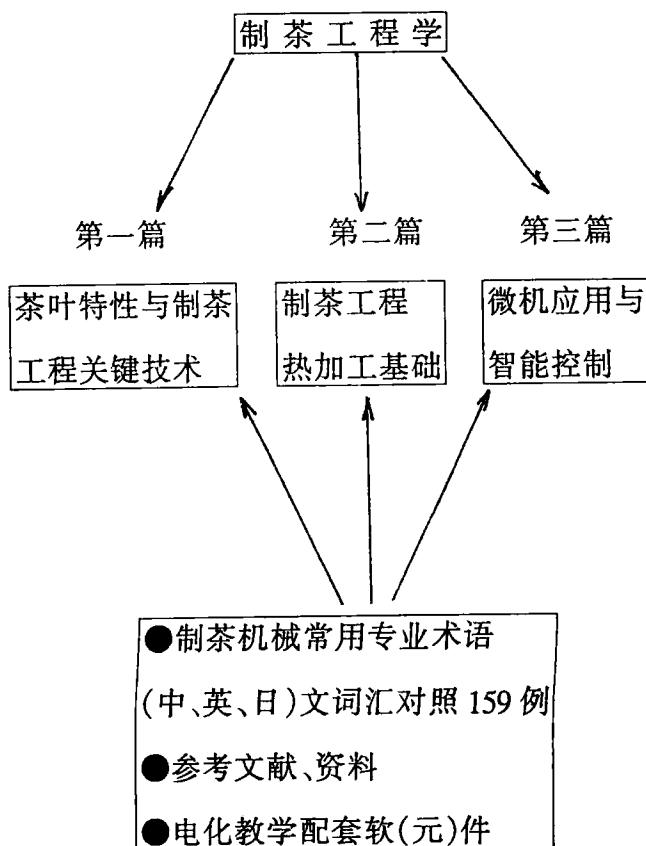
本教材为华南农业大学“九五”规划教材之一,由农学院、工程技术学院合作编写完成。其中,邝伟儒编写绪论及第一篇 1—4 章;刘道被编写第二篇 5—9 章;周学成编写第三篇 10—14 章。

“它山之石,可以攻玉”。读者在茶叶制造的实践中,定可从本教材中得到有益的参考价值。

1999 年 6 月 16 日

《制茶工程学》总体内容

框架组成图示：



目 录

绪 论	1
第一章 鲜叶的物理特性	3
§ 1.1 不同部位叶片的物理特性	3
§ 1.2 不同含水率叶片的物理特性	5
§ 1.3 不同品种叶片的物理特性	6
§ 1.4 鲜叶品质判别的系数化	7
第二章 茶叶的力学特性及其测定	9
§ 2.1 摩擦性的测定	9
§ 2.2 附着性、凝集性的测定	14
§ 2.3 吸着和粘着性的测定	16
§ 2.4 流动性的表现和测定	18
§ 2.5 综合表现性及其测定	22
§ 2.6 茶叶容重测定	23
§ 2.7 茶叶导热系数的测定	25
第三章 制茶工程四大特性	29
§ 3.1 茶叶的热特性	29
§ 3.2 茶叶的力特性	31
§ 3.3 茶叶的电特性	34
§ 3.4 茶叶的光特性	35
第四章 茶叶加工的萎凋、揉切、发酵工况	37
§ 4.1 萎凋是红茶制造工艺全过程的基础	37
§ 4.2 制茶的“叶细胞组织破坏”	39
§ 4.3 传统工艺与新工艺制法的叶片电镜扫描剖析	40
§ 4.4 红茶发酵的工艺技术工况	45
§ 4.5 红碎茶主导品质成分—TF、TR	47
§ 4.6 茶叶品质评定方法的新理念	52
● 小结	57
● 参考文献、资料	60
第二篇 制茶工程热加工基础	61
第五章 湿空气(干燥介质)的性质	61

§ 5.1 湿空气的基本性质	61
§ 5.2 湿空气的 H—d 图及其应用	69
第六章 茶叶含水率、干物质及失水量	72
§ 6.1 含水率、干物质及失水量	72
§ 6.2 平衡含水率	73
第七章 茶叶干燥原理、特性及方法	75
§ 7.1 干燥原理	75
§ 7.2 茶叶干燥特性曲线	76
§ 7.3 干燥方法	77
第八章 茶叶干燥机	79
§ 8.1 锅式干燥机	79
§ 8.2 槽式干燥机	79
§ 8.3 转筒式连续干燥机	80
§ 8.4 百叶式茶叶干燥机	81
§ 8.5 流化床式干燥机	81
第九章 干燥过程的计算	83
§ 9.1 干燥室的物质衡算	83
§ 9.2 干燥室的热衡算	84
●小结	86
●参考文献、资料	86
第三篇 微机应用与智能控制	87
概述	87
第十章 微型计算机系统	90
§ 10.1 微机的构成、原理	90
§ 10.2 微机的应用	94
§ 10.3 单片微机计算机	96
§ 10.4 可编程控制器(PLC/PC)	98
第十一章 微机自动控制	102
§ 11.1 微机控制系统的一般概念	102
§ 11.2 微机自动控制系统的硬件组成	103
§ 11.3 微机控制系统中的软件组成	105
§ 11.4 微机控制简例	107
第十二章 智能控制技术	109
§ 12.1 神经网络简介	109
§ 12.2 模糊控制简介	112

§ 12.3 模糊神经网络	114
第十三章 绿茶杀青叶温控制系统	117
§ 13.1 影响绿茶杀青质量的因素分析	117
§ 13.2 绿茶杀青计算机控制系统的研究	117
§ 13.3 系统的软件开发	119
●结论	119
第十四章 茶叶分选过程中的自动化设备	121
§ 14.1 利用叶、梗几何形状不同将叶、梗分离的设备	121
§ 14.2 利用叶、梗含水率不同将叶梗分离的设备	121
§ 14.3 利用叶、梗在气流中飘浮速度不同实现叶、梗分离的设备	122
§ 14.4 利用叶、梗色差将叶梗分离的设备	122
§ 14.5 电脑控制的智能化分选设备	122
●小结	123
●参考文献、资料	124
后语	124
附录:制茶机械常用专业术语(中、英、日)文词汇对照 159 例	125

绪 论

我国是“茶叶的故乡”，我们的祖先，在世界上首先发现茶的效用，首先种植茶树，也是最先发明茶叶的加工制造。这是中华民族的祖先对人类的一个重大贡献。一千二百年前，唐代陆羽著《茶经》，卷中“八之出”已陈述我国茶叶产区，“西自云南、四川，沿长江流域以迄于江、浙、皖、赣、闽、粤、桂等省”。产区分布之广，足以概见。

公元 805 年，中国茶叶种植技术和饮茶习惯已传到日本。而华茶与近代西方国家的贸易，最早由荷兰商人首先把华茶输入欧洲。1669 年，英国东印度公司开始直接运华茶入英，其量仅 65 公斤（1.3 担），以后日增。当中国茶起初输入英国时，在英国皇家读本（Royal reader）中有这样一段话：“when tea was first brought to England, it was very costly, and some of the people did not know how it should be made, so they boiled the leaves, and ate them, after thrown the liquid away”译意（当茶叶首次输入英国时是很昂贵的，许多人都不知道怎样饮用，人们（他们）煮了嚼它的滓，而把茶汤倒掉。）^① 此已广传为笑谈。伦敦医药协会主席杰勒鲍爵士曾说：“欧洲若无茶、咖啡之传入，必饮酒致死”。他称誉“茶无疑为东方赠与西方最有利之礼物”。

1886 年是华茶对外贸易史上的鼎盛时期，产量在 35 万吨以上，其中出口 13.4 万吨。然而，近代中国茶业经历了由盛至衰的曲折过程，1949 年全国茶园面积有 232 万亩，总产 4 万多吨，出口量仅有 0.95 万吨。新中国成立以来，茶叶产量、出口、茶园面积都有很大发展。据 1995—1997 年度统计，茶园（采摘）总面积为世界第一位，占世界（采摘）总面积的 35%；茶叶产量为第二位，占世界茶叶总产量 24.6%；茶叶出口量为第二位，占世界茶叶出口总量的 15%；使茶叶经营由卖方市场进入买方市场。

茶业老前辈吴觉农先生早年就曾指出：“茶质之良否，半在摘采时其鲜叶是否优良，半在毛茶制造是否适当耳。”“就制造技术而言，印度、锡兰（斯里兰卡）之制造红茶，日本人制造绿茶，均已利用机器，机械制与人工制之成本，为一比四以上，迅速清洁，外形紧缩之优良等，又其余事，尤关重要者，则为质香味三者亦大相径庭。”

我国茶机制造业从无到有、已发展成为一个独立的工业行业。据 1995 年的统计，全国茶机厂有 110 余家，已能产生 21 大类近 50 个系列 250 个品种 400 多个型号规格的茶机，年产茶机达 4 万多台，全国 6 万 7 千多家初制厂，3 千多家精制厂和近 100 家拼配厂拥有各类茶机约 60 万台。但大部分设备已陈旧，能耗高、生产率低。为此：“茶机的更新换代与优化，有赖于茶叶加工工程的建立”。^② 自动控制与计算机技术已在茶叶加工领域得

^① 引自吴觉农，“中国茶业改革方准”，1922 年，《中华农学会报》，第 37 期。

^② 殷鸿范。“论茶机与茶叶加工工程”，茶叶机械杂志，1994，（4），1~6。

到初步应用,有关品质的控制技术及过程控制理论已成为制茶工程学的一个重要组成部分。

制茶工程属于食品加工工程范畴,它研究工程的环境因子和技术手段与茶叶品质形成之间相互促进和制约的规律,并以充分发挥茶叶原料的经济价值为目的而促进现代技术的应用学科。本教材将对鲜叶的物理特性;茶叶的力学特性与制茶工程的四大特性;茶叶加工中叶片电镜扫描剖析;茶叶热加工基础;微机应用与智能控制共 14 个章节分别进行介绍、讨论。

本教材试从食品工程领域内、理论与实践、研究与应用的密切联系出发,遵循“四个面向”的教育原则、重视能力与素质教育的深基础、宽口径的要求。学习方法是自行阅读,重点难点专题讲座,结合课堂讨论进行。以深化茶叶加工的工程应用研究,强化茶叶加工检测与机械制茶的有机联系,力求达到提高学生科研能力和实践技能为目的。鉴于编撰者水平所限,故无论史料的征引、转叙、文字的表达,都难免有错讹之处,请读者批评指正。

编者:邝伟儒

1999 年 6 月 16 日

第一章 鲜叶的物理特性

由一片鲜叶到毛茶的外形,是在外界因子和鲜叶本身内部因子相互促进、相互制约的条件下,通过一系列工艺技术来实现的。茶叶成条从加工上看,除了外界因素如温度、机械力等是主要因素外,鲜叶本身内部因子,如鲜叶的柔软性、弹性、塑性等在制茶中也占有特殊的位置。不同嫩度、品种、生态条件下的叶片,其内部结构必然不同。不同的含水率,使叶片物理性能也产生差异。因此,了解这些叶片物理性能的变化与成条的关系,无疑对茶叶加工工艺的研究和制订,提高工艺技术效果和茶叶品质都具有重要的意义。

中国农业科学院茶叶研究所阮宇成(1982)、罗龙新(1985)研究表明:

(1)从测定茶树不同部位叶片的物理性能结果看,表现为叶片愈嫩,其柔软性、塑性、弹性愈好。这与叶片所含的结构物质,如粗纤维的含量有很大的关系,还与叶片的长、宽、厚度有关。因此,叶片愈嫩,变形愈容易,成条就愈好。在工艺技术上就要根据叶片的不同物理性能而相应采取不同的工艺技术。

(2)不同含水率叶片的物理性能,表现为含水率 34%—62% 范围内,叶片的柔软性、塑性好,而弹性差。特别是在 40%—55% 范围,柔软性和塑性好,而弹性最差。这时是叶片变形成条的关键。因此,在茶叶加工中,应该在含水率 34%—62% 范围内,特别是 40%—55% 这个阶段尽快地做形,才能使条索紧结、匀整。错过了这个机会,做形就较为困难了。生产上采用烘—炒—滚的工艺流程与叶片失水过程中物理性能的变化相适应,制出的茶叶品质较好。

(3)不同品种的叶片物理性能,表现为大叶种比中小叶种的柔软性、塑性好,而弹性差。因而大叶种比中小叶种容易变形。它们之间差别主要是由于叶片内部结构不同的缘故。因此,不同品种的鲜叶,应采取不同的工艺技术分别进行加工。

§ 1.1 不同部位叶片的物理性能

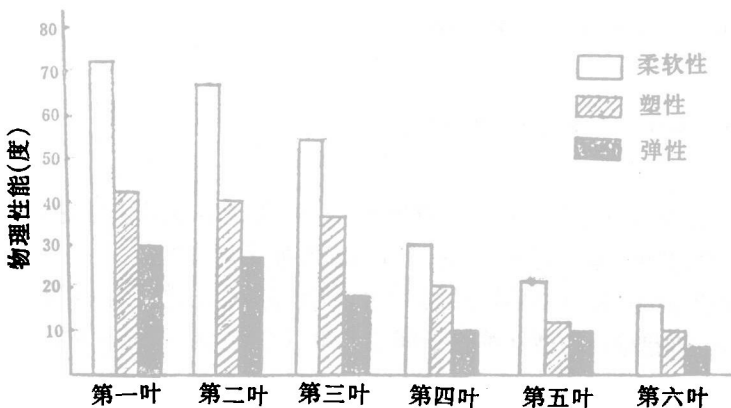


图 1—1 不同部位叶片的物理性能

如图 1—1 所示。从图中可看出,叶片的柔软性、弹性、塑性的大小是随着叶子的成熟而下降的。它们的相关系数分别是 $-0.9775(t_{0.01} < 7.9113)$, $-0.9647(t_{0.01} < 6.4319)$, $-0.9642(t_{0.01} < 6.4166)$ 。叶片越老,其物理性能就愈差,呈高度负相关。不同部位的叶片之所以有差别,主要原因是由于其叶片的老嫩之差,即纤维素含量不同的缘故。纤维素是由 β -D 葡萄糖通过 1.4—苷键连成的直链化合物,白色纤维状固体,不溶于水,但能吸水膨胀。由于纤维素对水有一种亲和力,其中还有许多羟基,能形成很多氢键。纤维素分子间依靠这些氢键彼此相连形成牢固的纤维囊,并定向排列形成网状结构。这种结构使纤维素具有很好的机械强度和化学稳定性。因此,随着叶片成熟老化,纤维素含量增加。同

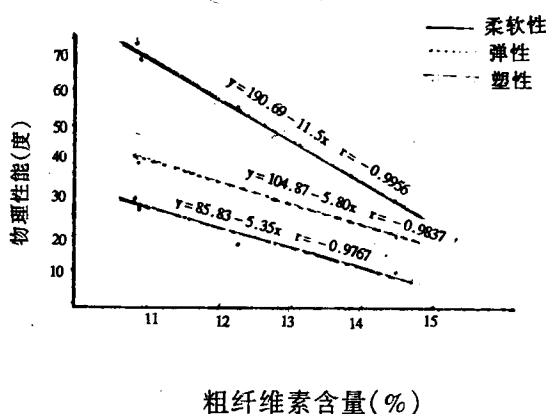


图 1—2 叶片粗纤维含水率与物理性能的关系

时,由于木质化与角质层增厚等原因,叶片趋向僵硬,致使柔软性、弹性、塑性下降。粗纤维含量与叶片物理性能关系(如图 1—2)所示。通过显著性检验,粗纤维含量与柔软性的回归、相关关系极显著;与弹性、塑性的回归、相关关系显著。

叶片的长、宽、厚对叶片的物理性能都有影响。据测定,第 1~6 片叶子,叶片长度从第 1~3 片是逐渐增大的,第 4 片以下都小于第三片。叶片宽度从第 1—5 片是逐渐增大的,第 6 片小于第 5 片叶。叶片厚度从第 1—6 片都是逐渐增大的。

通过复回归统计分析,叶片长度、宽度、厚度与柔软性、弹性、塑性的复相关关系是:

$$y_{\text{柔}} = 133.53 + 0.32x_1 - 0.14x_2 - 371.04x_3,$$

$$R_{\text{柔}} = 0.9970;$$

$$y_{\text{弹}} = 64.44 + 0.95x_1 - 1.56x_2 - 204.90x_3,$$

$$R_{\text{弹}} = 0.9987;$$

$$y_{\text{塑}} = 113.34 - 0.63x_1 + 1.44x_2 - 166.14x_3,$$

$$R_{\text{塑}} = 0.9970。$$

(x_1 为叶片长度, x_2 为叶片宽度, x_3 为叶片厚度)。显著性检验结果表明它们之间关系极显著,随着叶片长度、宽度、厚度的增加,它们的物理性能是下降的。

叶片细胞的初生细胞壁由许多微纤维分子交织组成。从植物生理学角度上看,在生长素和氧的参与下,细胞壁内的微纤维分子间交叉联接被破坏,胞壁软化而松弛,细胞壁的可塑性因而增加。

综合上述叶片的物理性能,说明鲜叶成条必须具备成条的条件。叶片具备了良好的柔软性、塑性和一定的弹性,在外部机械力的作用下能较好地发生形状上的变化。同时,由于叶片存在着物理性能上的差异,要求对不同性能(嫩度)的叶片采取不同的工艺技术

进行加工,使内外因素能较好地配合向成条方向发展。

§ 1.2 不同含水率叶片的物理性能

制茶工艺上要求叶片柔软性好,受力后容易变形;塑性好,受力变形不易恢复原形;弹性好,受力后不会成扁条或团块。这些性能除与叶片结构有关外,还与叶片的含水率有很大的关系。叶片(以第二片叶为例)不同含水率与柔软性、弹性、塑性的关系如图 1—3 所示,鲜叶含水率高(刚采摘下来),叶片的柔软性、塑性差,而弹性较好。随着加工工序的进行,含水率逐步下降,柔软性、塑性逐渐增强,至 40%—55% 时呈一明显的高峰,此时柔软性和塑性最好。但弹性最差,呈一明显低峰。随着水分的继续散失,叶片的柔软性和塑性又逐渐减弱,但弹性则逐渐增强,至含水率 15%—25% 时呈一高峰,此后才逐渐下降。可以看出,柔软性和塑性的变化是呈一单峰曲线,弹性变化是呈双峰曲线。

叶片的物理性能随着加工程序的进展、水分的散失而发生的这种变化,主要与叶片细胞内的膨压变化有关。叶片细胞含水率高时,细胞被水分等所饱和处于膨胀状态。由于细胞内空隙小,当外力作用时,引起细胞内物质相对位置的改变的可能性就小了,形变也较困难。因此,柔软性和塑性也就差了。弹力是叶片发生形变时叶片内部物质相互间产生的作用力。含水率高的叶片在外力作用下发生形变,由于叶细胞膨压大,物质相互间产生的作用力就大,故弹性较大,叶片弹性较

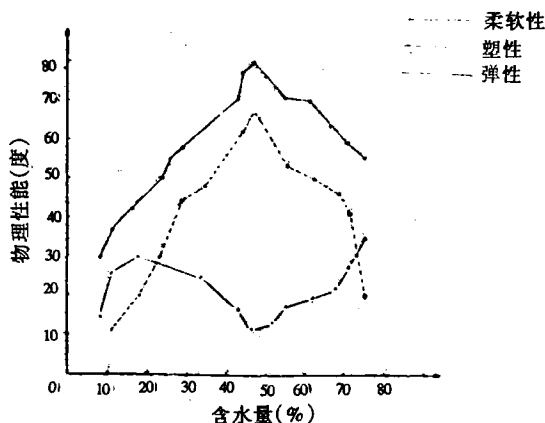


图 1—3 叶片不同含水率与物理性能的关系

好。随着水分的减少,叶片细胞膨压逐渐减小,细胞内空隙增加,外力作用时,叶片内部相互间作用的排斥力小了,叶片柔软性变好,弹性变差,相应地塑性也变好。随着水分的继续减少,叶片内部结构紧凑,物质之间的作用力又增强了,所以柔软性和塑性也随之下降。但此时弹性又逐步呈一高峰。进一步蒸发水分,则弹性与柔软性、塑性一样都逐渐下降。这是因为叶片内物质失水过多而收缩成近似固体状态,除形变困难而使柔软性降低外,叶片强度提高而使塑性降低,叶片变脆而使弹性变差。

总的来说,叶片的柔软性、塑性在含水率 34%—62% 时呈一明显的高峰,而弹性在 34%—62% 时呈一明显的低峰。而又以含水率在 40%—55% 时柔软性、塑性最好,弹性最差。也就是说,在含水率 34%—62% 这个范围内对成条是最有利的,而又以 40%—55% 时最为关键。这时,叶片在机械力作用下,叶片受力容易随机械运动而变形成条,以符合人们的需要。但此时,弹性最差,若作用力不恰当,则容易把叶片压成扁条、弯曲或团块,且不易还原。这一阶段处理得好,则毛茶外形就好,处理的不好,则毛茶外形就差。因此,这一关键的阶段对茶叶外形的形成是有举足轻重的作用。如炒青工艺,40%—55% 含水率相当于二青这一工序。在经验上,二青对成条的作用是显而易见的。在这工序中,主要

是要克服叶片弹性差的弱点,防止茶叶弯曲、扁条、圆头等弊病。目前,生产上以烘二青代替炒二青以提高条索的紧直度显然是成功的。茶叶在烘干时,处静止状态,不受机械外力作用,蒸发散失部分水分,稍增强其弹性,减少了炒二青带来的对成条不利的毛病。虽然这可能降低叶片的柔软性和塑性,但目前炒二青机器存在着调节性能不够完善的缺点,不能在弹性差,柔软性和塑性最好时做好条索。所以,稍降低柔软性和塑性,增加弹性,这是较为保险的,对成条并不影响。随着水分的继续散失,叶片的柔软性、塑性下降,而弹性提高,这时相当于三青工序,叶片按要求的形状变化则稍为困难了,即使变形了,也会因为弹性较好而还原成原来的形状,否则,就容易断碎。所以,此时为了增加叶片之间的缓和和作用力,三青的投叶量可以比二青多。同时,炒手转速也需较二青慢,以免产生较大的作用力把茶叶打碎。至含水率在 15% 以下,弹性、柔软性和塑性都在下降,叶片变得干而脆硬,要形变已十分困难了。从工艺技术上,是不宜施作用力,以免茶叶断碎,造成碎末多。目前生产上一般都采用滚筒烘干,这是正确的。从上述不同含水率的叶片物理性能的变化曲线,可以解释目前生产上炒干工序比较成功的流程:烘—炒—滚。

§ 1.3 不同品种叶片的物理性能

以各品种的第二片测定不同品种的物理性能结果如图 1—4 所示。

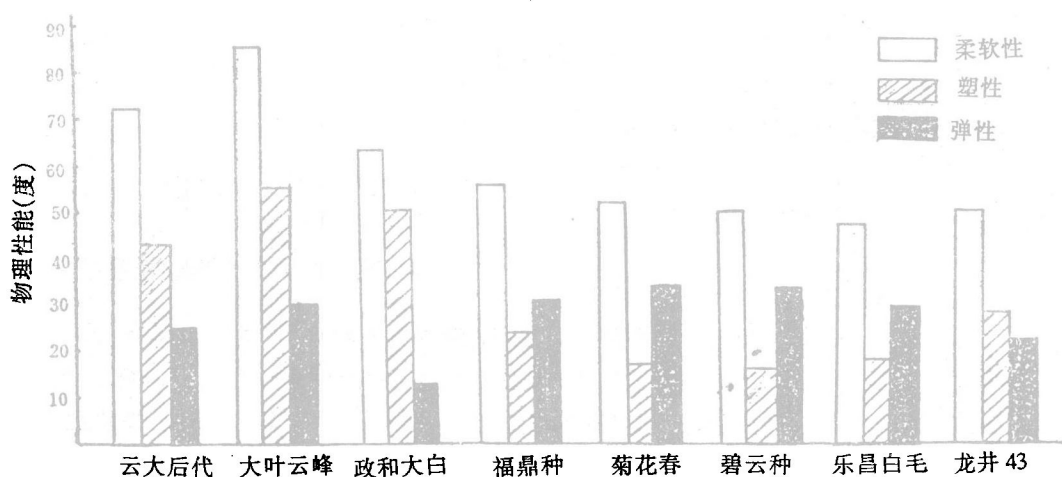


图 1—4 不同品种叶片的物理性能

从图中可知:大叶种(云南大叶后代、大叶云峰、政和大白)比中小叶种(福鼎、菊花春、碧云种、乐昌白毛、龙井 43)的柔软性、塑性好,而弹性则差。表现为大叶种叶片柔软、易变形,而中小叶种叶片相对较硬、难变形。不同品种之间存在这些差别,主要是由于不同品种叶片结构不同所致。一般说来,大叶种的栅栏组织为一层,海绵组织所占的比例较大,叶片较薄、角质层也较薄,持嫩性好。而中小叶种栅栏组织在两层以上,海绵组织所占的比例较小,叶片较厚、角质层也较厚。由于不同品种之间所表现的物理性能不同。因

此,在茶叶加工上,要根据不同品种,分别采取不同的工艺措施,以有利于成条。

§ 1.4 鲜叶品质判别的系数化

鲜叶品质的判别历来是依靠人为的估计来判别。由于这种方法因人而异,故对没有经验的人来说,这项工作就难以胜任;即使经验丰富,其判定结论也会因人而异,且再现性也差。因此,难以得到稳定而可靠的鲜叶质量标准。另外,培养新手时也缺乏明确的指导意见。

运用近代计算机技术,这个难题无疑是可以获得较好的解决。考虑到诸方面的条件,因素所限,现根据(日)昭 52—5594 号专利介绍一种简便可行的鲜叶品质判别装置(见图 1—5)。

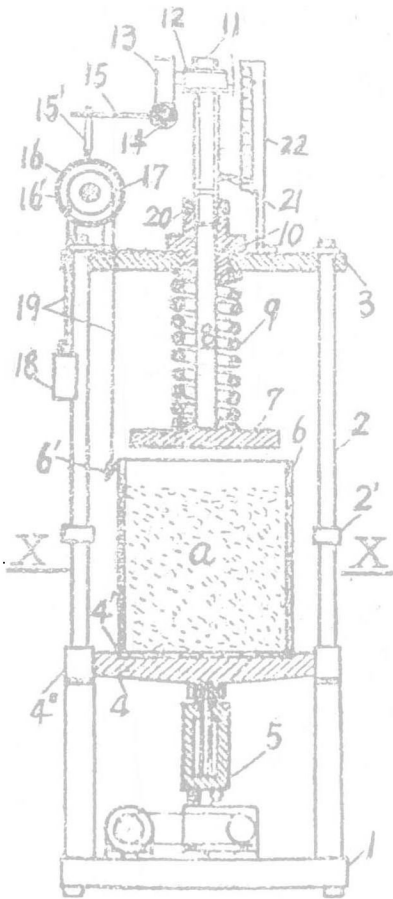


图 1—5 鲜叶检别装置结构示意图

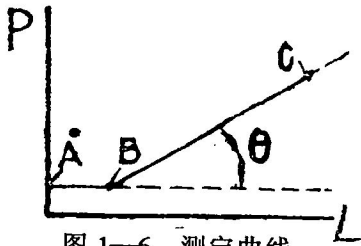
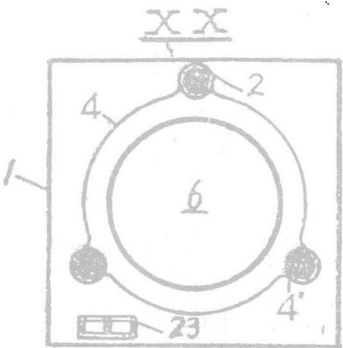


图 1—6 测定曲线

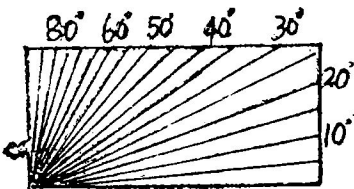


图 1—7 记录用纸

图 1—5;1—底座。2—垂直于底座、上端固定着上板 3 的支柱。4—放置容器 6 的托盘。为使容器定位,托盘上设有凹槽 4'。托盘上三个(两个或四个均可)突出的部位具有轴承孔 4'',并

套在支柱 2 上,它随着与托盘下部相联结的升降机构 5 作上下滑动,到达固定点 2' 时便自动停止。6—盛放鲜叶用的、上端敞开的园形容器。7—位于 6 的上部,当容器 6 上升时承受鲜叶挤压的园形压板。8—与压板 7 成一体升降杆,在弹簧 9 和轴承 10 中升降。杆上部为齿条 11,它与齿轮 12 啮合,再通过蜗轮 13 带动蜗杆 14,使得固定于蜗杆上的钢笔轴 15 端部的钢笔 15' 可在转筒 16 的记录纸 16' 上绘制出曲线。17—固定在转筒 16 中心轴上的定滑轮,用来支承容器 6—侧的小钩 6' 与重锤 18 之间的张紧绳 19。在容器上升、重锤下降的时候,由于摩擦阻力使它旋转并带动转筒 16 旋转。20—调节压簧 9 预紧力的螺母。21—装在升降杆 8—侧的载荷指针。22—载荷刻度板。32—装在底座上的水平仪。

在进行测定时,先将一定量的鲜叶放入容器 6 中(到达容器内约 600 克标记的位置),然后将容量置于托盘 4 上。接着,使升降装置 5 工作,此时托盘 4 以支柱 2 为导向杆开始上升,之后,鲜叶与压板接触。当托盘继续上升时,鲜叶逐渐被压板 7 压实,托盘运动到 2' 点停止。

压板 7 受鲜叶挤压而上升的同时,升降杆 8 随着弹簧 9 被压缩而上升,使齿条 11 带动齿轮 12,再由蜗轮 13 带动蜗杆 14 旋转,由于蜗杆 14 的旋转和联动,钢笔 15' 就在记录纸 16' 上绘出曲线。如上所述,容器 6—上升,通过张紧绳 19 使定滑轮 17 旋转,从而带动转筒的记录纸 16' 旋转。通过齿条 11 上升来表示的压力 P 与容器 6 上升高度 L ,就可绘制出该批鲜叶的综合曲线,如图 1—6 所示。

图 1—6 中,A 点表示鲜叶开始接触压板,B 点为弹簧 9 的预紧力与鲜叶挤压的平衡点。一过 B 点,压板预紧力小于鲜叶挤压力,压板受力逐渐增大并上升,到达一定位置时压板停止上升,这相当于图中的 C 点。这样就得到了 B、C 及斜线与横轴的夹角 θ ,这个 θ 角的大小可作为表示鲜叶品质的数值。另外,当压板终止上升时,载荷指针在刻度板 22 上指示的是鲜叶最大挤压力。

由图 1—6 的曲线可得知鲜叶的软硬变化情况(一次到四次茶)。将这些测定结果系数化就可以用统计方法进行鲜叶的品质管理。另外,为使测定的系数 θ 容易读取,在测定用的记录纸上可方便地画出图 1—7 所示的角度线。

本装置突出的优点是:在测定所谓一批鲜叶的“表观优质度系数”时,放入容器 6 中的鲜叶不必有严格的容量和重量限制,有大致数量即可。

因此装置进行测定,是根据测得的系数来评定鲜叶质量,任何人都能根据此系数决定相应的制作工艺规范,因而可以稳定地得到与鲜叶品质相应的最适度的鲜叶。

第二章 茶叶的力学特性及其测定

茶叶的力学特性包括:摩擦性、附着性、凝集性、充填性、压缩性及流动性等。这些特性相互影响。特别是流动性,它作为一项综合性的特性,有时还是根据前四种特性来判断。

对于茶叶的这些特性,还缺乏广泛调查的事例。(日)大西市造(1978)已作了大量的研究,简要介绍如下:

§ 2.1 摩擦性的测定

在茶叶加工中,不损坏茶叶外形的筛分作业,使用效果最佳的条件是使筛分机的振幅和频率符合一定的规律,通常用离心效果来表示。这里首先讨论研究的是摩擦特性。为了使筛网和茶叶产生相对运动,网面的最大速度(即离心效果)必须大于网面和茶叶的摩擦系数。其关系式参照表 2—1。摩擦系数的测定采用图 2—1 所示的回转装置。

表 2—1 离心效果和摩擦系数关系式

(1) 离心效果 K:

设: R_s : 网面的回转半径(厘米)

W : 网面的回转角速度(弧度/秒)

g : 重力加速度(厘米/秒²)

u : 茶叶和网面的摩擦系数

$$\text{则: } K = \frac{R_s W^2}{g} > us$$

(2) 摩擦系数 us :

设: r_p : 残留粒子层的半径(厘米)

N_s : 网面的转速(转/分)

$$\text{则: } us = \frac{r_p}{g} \left(\frac{2\pi N_s}{60} \right)^2 \approx r_p \left(\frac{N_s}{300} \right)^2$$

把茶叶撒在静止的网面上,然后旋转,外缘的茶叶由于离心力而飞散,中心部份残留的如图 2—1 所示的形状,然后测定其直径。通常流动性好的,粒体比较粗的,静摩擦系数为 0.4~0.8;而有附着性的、细小的东西,静摩擦系数最高可达 2.0 以上。

表 2—2 为不同茶叶的摩擦系数测定结果一例。由于含水量和外形的不同,它们存在着很大的差别。因此在茶叶精制加工过程中,其离心效果如能在 1.5~1.7 范围内,是合适的。但在筛分鲜叶的情况下,振动较强而离心效果不增大的话,就发挥不了筛分机的功能。对于末茶和细小粒子(粉茶)、由于附着性和吸湿性的影响,容易堵塞网眼(注:对于末

茶,使用干涉球共振,可防止网眼堵塞)。与流动形、变形相关的内摩擦角,也被称为茶叶的内摩擦系数。它与外摩擦系数(壁面摩擦系数)一样也可以用剪断试验装置来测定(图2—2)。由于茶叶和一般粒状物体相比,形状差别太大,加工过程中粘性不一样,因此,试验的重显性差,数据积累困难,因此,要掌握这些特性,必须进行广泛的调查研究。

表 2—2 摩擦系数测定结果一例
(1974 年茶叶技术研究发表)

项 目	静摩擦系数	动摩擦系数	备 注
鲜 叶	0.77	0.72	手工堆积
鲜 叶	2.46	2.11	手工堆积湿润叶
干毛茶	0.29	0.26	手工堆积
末 茶	1.81	1.42	

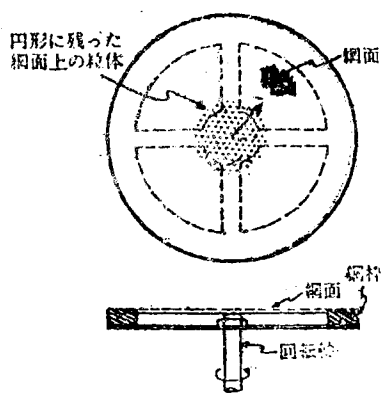


图 2—1 摩擦系数测定装置

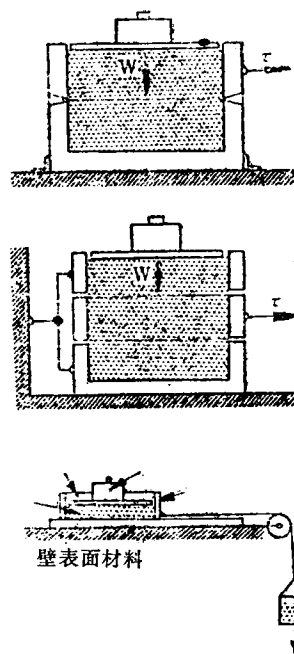


图 2—2 内摩擦角和壁面摩擦系数测定装置

上:单面切断法

中:双面切断法

下:摩擦系数测定装置

在谈到茶叶的摩擦特性时,必然涉及毛茶安息角(即休止角)这一物料特性,毛茶粒体形成堆积后,它的层面(安息面)具有的倾角叫做休止角。它的测定比较麻烦,而且,这些方法测定的结果不一定一致,所以通常提取角的时候,必须附注它的测定方法。休止角虽

是一个粗略的数据,然而,用来表示茶叶流动性的大致标准,还是十分适用的。

2.1.1 休止角(安息角)

休止角是供料装置和贮仓设计的重要依据。休止角的测定方法有多种,为了尽量减少人为的影响因素,研制了一个休止角测定装置。其测定方法如图 2—3 所示。测量时,先使容器自然充满红碎茶(如图 2—a 示),然后抽去底部孔口活门 4,红碎茶借重力外流(如图 2—b 示),最后在圆板 2 上形成圆锥状样品堆,此堆积角 ϕ_r 即为休止角,其值可由下式求得

$$\phi_r = \tan^{-1} \frac{h_1 - h_2}{D/2}$$

式中: D ——圆板直径,(毫米); h_1, h_2 ——样品堆及圆盘高度读数,毫米;

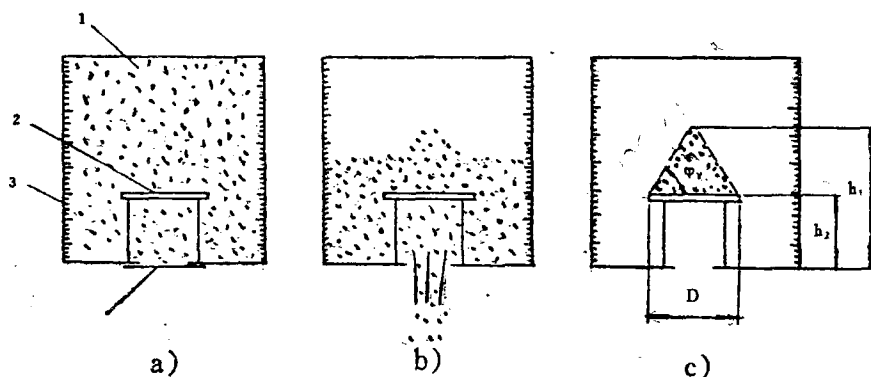


图 2—3 休止角测定方法

1—容器 2—圆盘 3—刻度尺 4—活门

鲜叶、萎凋叶和半成品茶的休止角,则采用从离圆盘高为 1 米的上方让茶叶徐徐下落到直径 $D = 340$ 毫米的圆盘上(图 2—4 所示),堆满后,测得 h_1 和 h_2 。

试验结果表明,休止角是摩擦力和粘附力共同作用的结果。红碎茶的自然休止角与颗粒的尺寸、形状、含水率和堆积密度等因素有关。末茶和茶末的休止角最大,片茶次之,碎 I、碎 II、碎 III 较小。片茶休止角大于碎茶,说明颗粒愈圆休止角愈小。

茶叶在制品的休止角从表 2—3 可以看出:

1、鲜叶和萎凋叶的休止角随叶片的大小而异,当含水率为 72%—79% 时,大叶种的休止角 $\phi_r = 55^\circ - 60^\circ$,而小叶种 $\phi_r = 51^\circ - 55^\circ$ 。

2、萎凋程度愈重(即含水率愈低),则休止角减小。以小叶种为例,当含水率由 74% 降低到 64% 时,其休止角由 52° 减小到 47° 角。

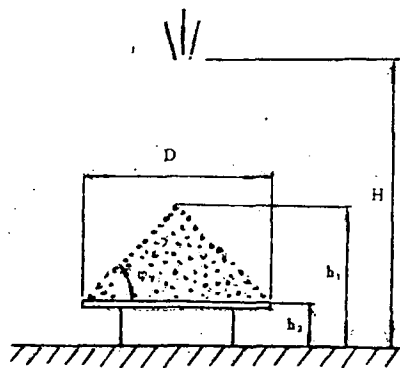


图 2—4 萎凋叶和揉切叶休止角测定