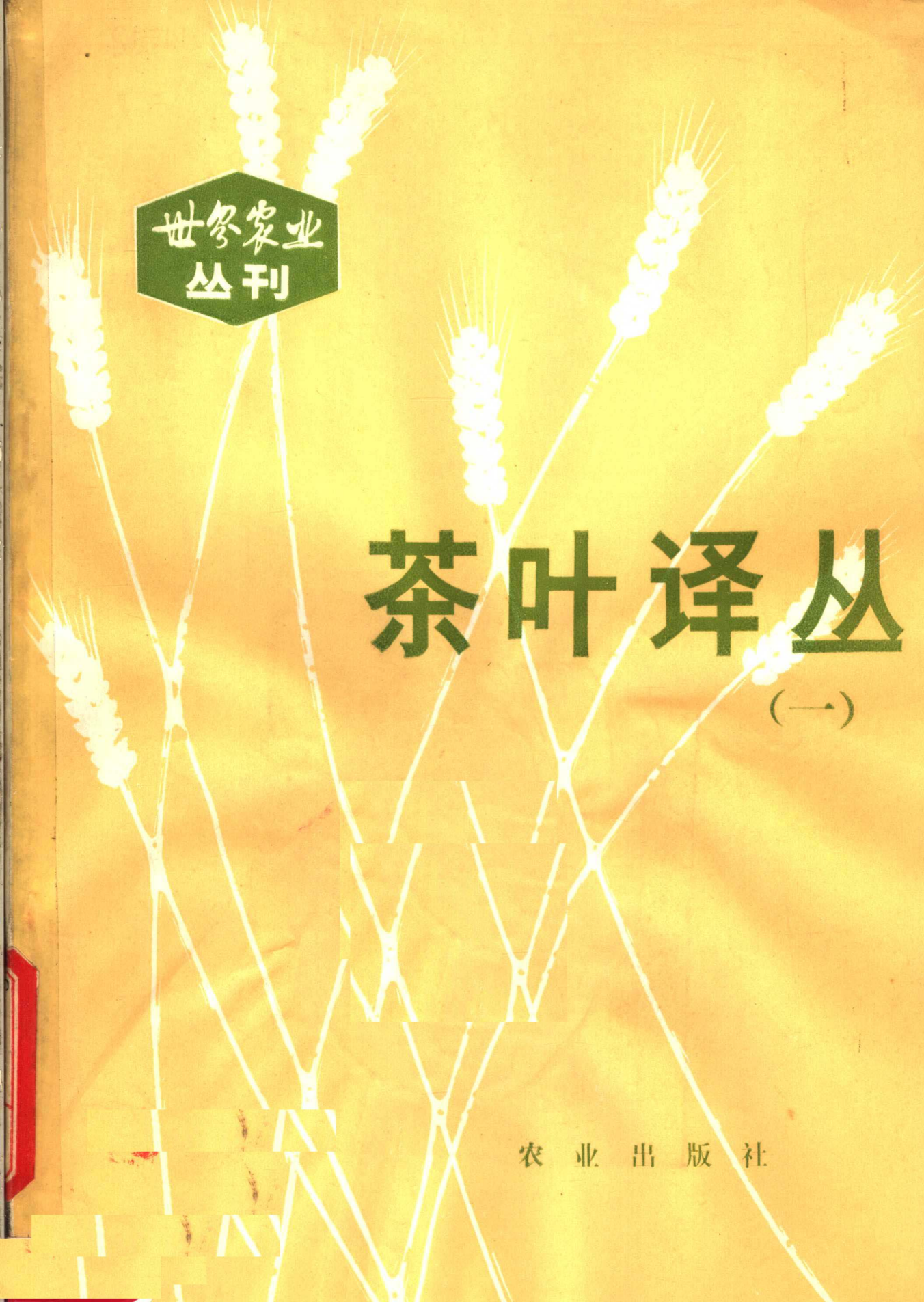




世界农业
丛刊

茶叶译丛

(一)

农业出版社

茶 叶 译 丛

(一)

刘家坤 主编

农 业 出 版 社

《茶叶译丛》编委会名单

(按姓氏笔划次序)

主 编: 刘家坤

副主编: 庄雪岚

编 委: 王泽农 王自佩 刘家坤

庄雪岚 阮宇成 李联标

李名君 陈兴琰 陈宗懋

张石城 张堂恒 俞永明

殷鸿范

《世界农业》丛刊

茶 叶 译 丛

(一)

刘家坤 主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 9.625 印张 214 千字
1981 年 1 月第 1 版 1981 年 1 月北京第 1 次印刷
印数 1—4,600 册

统一书号 16144·2273 定价 1.05 元

前 言

在农业现代化进军声中，农业出版社先后组织出版了不同专业的农业译丛，这对我们尽快引进国外先进农业科学技术，促进我国农业现代化建设必将发挥重要作用。《茶叶译丛》在同志们的关怀与支持下，今天和读者见面了。

茶叶是我国主要特产之一，我国又是茶叶的原产地。世界上许多国家生产的茶叶都是直接或间接由我国引进的。茶业发展虽有先后，但每个国家都有她自己的特点和长处。我们要继续提倡学习别国的长处，学习一切真正好的东西为我所用。我们在现代科学技术的应用方面，和先进产茶国家相比还有一定差距，因此更应重视这方面的学习。《茶叶译丛》将成为我们有选择地吸收外国茶叶先进科学技术的一个重要渠道。

《茶叶译丛》为不定期丛刊，着重介绍有关国外茶叶科技方面的新理论、新技术、新成果及其在生产上的应用。为了加强外文资料的利用，尽快引进国外先进的茶叶科学技术，我们要努力做到译丛材料新、选题广、出版快。但我们自感力量薄弱，殷切地希望全国茶叶工作者和广大读者积极支持，共同办好这个丛刊，使它发挥应有的作用。

由于我们水平有限，经验不足，误译或译得不当之处在所难免，敬希读者批评指正。

《茶叶译丛》编委会

目 录

茶叶科技研究的展望	N.K.Jain (1)
茶叶化学进展	G.V.Stagy (8)
在制造红茶和速溶茶中酶类的应用	Gary W.Sanderson等 (13)
茶儿茶素的生物合成	岩浅潔 (20)
茶叶提取物中咖啡碱的生物合成	
——从7-甲基黄嘌呤酶性合成可可碱和从可可碱酶性合成咖啡碱	Takeo Suzuki等 (36)
雨季茶品质劣变的生化机制	S.Chakraborty等 (47)
尿素作为斯里兰卡茶园肥料的研究	V.P.Bhavanandan等 (50)
地温与氮肥的分解和吸收	小川茂 (62)
茶树喷施 N^{15} 尿素的叶面吸收	保科次雄等 (68)
光是茶树新陈代谢过程中的一个因素	D.N.巴拉 (73)
应用砂培法研究三要素用量对茶树化学组分变化的关系	石垣幸三等 (79)
在茶树花药培养中培养基糖浓度和植物生长调节剂浓度	
对形成多细胞花粉粒的效应	倉貫幸一 (87)
茶园蒸发量的日变化和季节性变化	篠瀬好充等 (93)
不同茶机的制茶效益比较	(102)
影响茶叶静电拣梗机性能的因素分析	沢村章二等 (107)
在托克莱茶叶试验站收集的茶树种质	H.P.Bezbaruah等 (113)
用性外激素及其组成成分抑制茶小卷叶蛾性活动	玉木佳男等 (131)
茶叶中黄烷醇类的三甲基硅烷衍生物气相色谱的测定	C.D.Collier等 (138)

茶叶科技研究的展望

N. K. Jain*

印度茶叶总产量已超过 1,000 万担。这一事实说明,从本世纪开始以来,印度在茶叶栽培和制造工艺上始终保持世界第一位。这是值得骄傲的,因为 125 年以前,在阿萨姆边境茶树还被看作是一种野生植物,而以后印度茶叶的产量就从 1900 年的 180 万担上升到 1925 年的 330 万担,1950 年的 550 万担,1976 年的 1,024 万担(1978 年为 1,142 万担——译注)。每公顷产量从三十年代中期的 530 公斤提高到 1976 年的 1,460 公斤(折合每亩 71 斤至 195 斤)。

但是我们还要继续前进。Mechera 先生已提出,到本世纪末,茶业界的奋斗目标是把产量翻一番,要达到 2,000 万担。因此我们必须对“山茶皇后”(因茶树属山茶科——译注)生产的关键问题研究清楚,才能使产量进一步提高。而要达到更高的产量,必须把茶园和茶厂的技术革新促上去,必须提高大量叶子的管理效率。同时面对竞争剧烈的世界市场,必须加强茶叶推销,使它成为一种更受欢迎的饮料。

目 标

1976 年全印度茶叶学术年会上提出,为了在 25 年内把产量翻一番,茶园面积必须再扩充 10 万公顷(150 万亩)。我的陋见,在现有茶园面积上把产量翻一番,是完全可以办得到的。究竟能不能在今天 555 万亩茶园里的 1,000 多万担产量上、在不到 25 年的时间里提高到 2,000 万担?对此有人也许会怀疑,甚至有人认为这是一个空想。究竟怎么样?让我们仔细研究一下在这个领域中还有多大的潜力可挖!

潜 力 有 多 大

据估计,茶叶产量的理论限度为每公顷 25,000 公斤,这是一位科学家和一位生产者用不同计算方法得到的同样结果。以一年生产季节为 250 天计,等于每天每公顷约生产 100 公斤。这还不能算高,光合作用效率高的作物如玉米和甘蔗,在最适生长条件下,每天每公顷能生产 500 公斤。

在这个问题上,必须着重指出,茶叶采摘嫩梢只占茶树光合作用产物的 7.5%,而谷

* N. K. Jain 是托克萊茶叶实验站站长

类的经济收获量占生物产量的 20—30%。像苹果那样的树种，一般为 20%，但把同样品种嫁接到矮杆砧木上后就能提高到 50%。

生产的季节变动是另一个增产的潜力。在气候寒冷的月份，如 12 月至 3 月，在时间上占全年的 33%，但东北印度的茶叶产量只占 4%。只要这四个月的平均产量能达到旺季的水平，就能增产 50%。从另一方面来看，茶叶生产旺季有些日子的日生产量可占全年的 1—1.5%，也就是说，四天的生产量就相当于低产时期四个月的生产量，即提高了 30 倍。若要使几百万亩茶园生产力提高 30 倍，这就要求综合最适气候因素。但科研人员能使这些关键性的综合因素重现吗？

这些都是估计和设想。让我们从整体分解为生产的基本单位的单株茶树来作进一步分析。每公顷平均 6,000 株茶树，每年生产期 250 天的产量为 1,500 公斤成茶，这等于说每天每株茶树只生产 1 克成茶。试想，一株大茶树的树冠有 1.6 平方米，每天只生产一克成茶或每星期只生产 60—70 个嫩梢。我们的任务是要使每天每株茶树生产 2 克成茶或每星期 150 个嫩梢。到本世纪末，我们还有 25 年的时间来完成它。

还可以用一个简单的方法来分析这个问题。茶业界的朋友告诉我，一株茶树的平均年产量是 250 克。他们还告诉我，一个茶区的四分之三的产量来自四分之一的茶树。因此产量最高的茶树和最低的比例为 12:1，也就是说，产量最高的茶树一年生产 1,500 克，而最低的只生产 125 克。我们要求一般的茶树在 25 年后的产量增加到 500 克。这不过是今天已达到的最高纪录的 33%。

茶 业 界 期 望

把产量翻一番，这在过去是很难想像的事，但现在看来却并不是高不可攀。茶业界希望托克莱实验站做些什么呢？明确的答案是必须研究解决下列问题。

- (1) 增加单位面积产量；
- (2) 提高土壤肥力及劳力、机械、肥料、农药等的功效。
- (3) 增加利润。

还有，科学研究应联系实际问题，在需要时提出解决办法。

研 究 的 贡 献

今天的田间管理方法和制造技术是根据研究结果不断总结出来的。在这儿不需要再详细说明，但只提出在研究工作获得较好成果的几个领域中，一些可促使生产力提高的因子，它们是：无性繁殖；耕作的作用；遮荫的必要性；树冠保养；排水；施肥；修剪周期；土壤改良；行株距；病虫害和杂草防治；直接干燥热量发生炉；连续制造机械。

我们的统计数字表明，1976 年会员茶场比非会员茶场平均每公顷多生产茶叶 435 公斤，光是增加的这二百万担茶叶就占印度全国产量的 20%。这是部分由于应用上述新技

术的结果。

技术上的潜力

除了这些成就以外，还有不少看得见的生产潜力需要用科学技术力量去挖掘，今天我只能提出其中的几点。虽然你们在各自擅长的领域里对这些是很熟悉的，而其中有些在今年（1977年）4月托克莱科研人员会议上已讨论过，但仍值得反复提出，以引起大家的重视。

生长量的分配——前已说过，茶叶采摘量只占茶树光合作用产物的7.5%，修剪物占其10%。假使能改变采摘嫩梢与修剪枝叶的比例，就能使经济收入增加。适当遮荫能使采摘嫩梢增加到10%而不增加总光合作用产物，这也可以用不同管理措施以及生长调节剂来达到。

产量的平衡——肯尼亚每星期生长全年2%品质始终优良的茶叶，东北印度的茶叶生产在产量和品质上的差异达20倍。产量较平均的分布，能保证劳动力较合理的安排和茶厂机械更有效的利用。茶树休眠，在东北印度是一个很重要的问题。较长的修剪周期有助于采摘季节的延长。对基础知识的研究已进行了大量工作。植物生长调节剂在植物生理学家手中是一个有力的工具，需要深入研究。

靠天吃饭——产量水平及其分布，在很大程度上靠雨量分布和温度而定。早期降雨促进产量增加，而冬季早临又会使最后的产量减少。适当的灌溉对提高遭受干旱区域的生产力起着重要的作用。这些区域包括孟盖台、达朗、杜尔司、台来以及土壤持水量低的边缘土地。

高水位有害于茶叶生产力并限制产量对养分的反应。克服这个问题的方法，包括培育抗水性强的无性系和采用高水位区域的茶树营养的供应制度及其栽培管理方法，建立排水系统以改善水的渗透不良情况，使水位降低，根系分布较深，这样才有较大增产的希望。

茶树育种——大家对谷物采用杂交育种以提高产量的方法都很熟悉，对于茶树品种，科学家希望它具有较高的净同化率，全年发芽、生产较多嫩梢和较少枝干，制成茶叶品质较优、对大量使用肥料和灌溉等措施反应较好，并对病虫害有较强的抵抗力。这些优良品质，其它作物业已育成。如甘蓝的包叶多而头小，育种家已育成了头大而成叶少的品种；豌豆则育成了没有叶子的品种，绿色的茎部和卷须能满足全部光合作用的需要，而使豆子长得饱满。

茶树育种完成一代需要好几年，但应用新技术如体细胞杂种、花粉杂交和单倍体育种，就能缩短育成一个新品种的时间。繁殖方法和育种技术对很快繁育高产遗传种质起着重要作用。我考虑到采用组织培养的方法，使得在一年中从单株母树产生数以千计的可种植的幼株。虽然如此，即使发现了这种高产茶树，它的成效也将远较一年生作物为小，因为这种重新种植的茶树，换种率是低的，除非大大加快其繁殖。

土壤改良和轮栽——这对换种茶树的的生产力会产生重要的作用。但改良什么土壤和怎

样改良土壤，需要对茶园土地的理化和生物学性状作深入的了解。我们是否能在同一块土地上永远栽培茶树，我们是否能用土壤改良来代替轮栽，如土壤消毒、施用堆肥或其它措施。连续栽培茶树超过一百年后，会使问题的复杂性不断增加，必须在开始遇到困难前找到解决办法。近来倾向于 20—30 年较短的轮栽，这就使换种问题更为突出。

边缘土地上的栽培——适于扩充的现有土地用完后，将进一步扩充边缘土地上如酸度较低、砂质或砾石多和水位高的地区。现今解决边缘土地栽培茶树的办法，包括茶树育种的研究和土壤管理，以及创造新的农业技术措施。

幼龄茶树培育——新技术有助于使幼龄茶树早期投产，大大缩短成园时间。有的幼龄茶树在第三年就开始生产，不久前要到第七年才能产茶。有几块茶园在移栽的当年就采摘。在这方面，按照这样的速度，如能进一步发展，总会有那么一天，一组工人头一天栽培一块茶园，另一组工人在第二天或至多在几个月以后，就在这块茶园里采摘，象种菠菜和芹菜那样。

矿质营养——我们只施用茶树生长需氮量的一半。但东北印度茶园氮的吸收极限为每公顷 135 公斤。对钾的反应变异较大，而磷则还不能肯定。科研工作者必须研究不同植物对三要素的反应，和降低肥料利用率的因素以及消除这些因素的方法。应用微量元素、包裹型和迟效型肥料、激素配合矿质营养，以及培育耐肥型茶树，施肥深度和根系关系的研究等，都是这方面今后极有希望的发展领域。

土壤微生物区系和菌根——土壤微生物区系在茶树的营养吸收和真菌根腐病的防治方面起着重要作用。当某些有益真菌菌根区系和茶根在一起时，即使施肥量不增加，植物营养元素的吸收量可以提高几倍，促进茶树生长。固氮菌可以使氮素的需用量减少，或完全不施。土壤微生物区系的控制将有效地防治真菌根腐病。所有这些方面必须深入地进行研究。

病虫害和杂草的防除——这是研究减少产量损失并可能有较多新措施的领域。人们越来越重视高效低毒的农药，既可达到防治病虫目的又含极低的农药残留量。不但需要安全的农药，还需要机械，需要化学和生物防治综合措施的适当配合。据报告用皂甙来防治小囊虫可以抑制幼虫的蜕皮。防除杂草的新方法是对等影响（由代谢产物导致的植物间的相互影响——校注），使所有杂草种类都同时发芽。这些问题的性质和复杂性，将随着农业技术措施如修剪、种植密度、灌溉等的改变而改变。

病虫害预测——对茶树害虫、螨类、杂草和病菌生活史以及气候因素对它们影响的研究，将有助于不断监视和预报病虫害的发生情况，可使我们在问题变成灾难性、产量遭受损失以前，就采取防治措施。孢子捕捉研究将为人们防治叶部病害及时喷药提供指导。

茶叶品质的计量——品质的客观评定，在改进产品的销售方面将有一段漫长的道路。例如，对天然橡胶的颗粒成形，已把评定熏条品质的主观老方法，改变为对每件包装的化学分析，以及为满足特殊需要而计算拼配。在茶叶上，应用色素分析是行之有效的，但必须加以彻底研究。这能促使制造技术的标准化，用调整鲜叶品质来减少最后成品的差异。化学指标与品质的相关性，也能帮助在育种工作中早期测定无性系的品质和大规模的筛选。

产品加工——因为现有的制茶机械还得长时期使用，所以工程师除了设计高效的机械以外，还应帮助提高现有机械的效率。产量翻一番后，包装和运输设备也需要改进。这方面以后再谈。

新产品——除采用 CTC 制法外，过去一百年来东北印度生产的红茶类型改变很小。我们是否仍将依靠每年估计增加 6% 的国内消费来销掉到 2000 年时增产的 1,000 万担茶叶呢？现在是我们考虑茶叶新产品的时候了。可以用茶叶做成各种形式的“方便条”，如袋泡茶、速溶茶、茶汽水、茶膏，甚至是新 (FTRI'77) 的小量茶叶。当然，还有茶精 (tiffin)，是最近在飞行员中使用的一种新型的很有前途的以茶为基础的高级饮料。速溶茶有许多优点。红茶中有 40% 水浸出物能溶解在茶汤中。在一般冲泡时只溶解水浸出物总量的一半是正常的。在制造速溶茶时，抽提率可达 30%，这可使利用率——每公斤茶叶能冲泡的杯数增加 50%。还有，假使我们全部出口速溶茶，我们就只要支付出口茶叶运费的 30%。但在速溶茶代替传统茶以前，速溶茶的品质还需要大大改进，因为英国的消费者，甚至是印度的工人，对品质的要求都是很高的。

茶叶的工业利用——长期规划应包括对不适于饮用的茶叶及其副产品作为工业原料的经济利用可能性的研究。现在熟悉的工业利用是提炼咖啡碱、茶碱；不大熟悉的是制造用于润滑油的抗氧化剂、无毒食品颜料、茶黄素、硝皮丹宁和三夹板胶等。化工专家考虑的，只限于新产品试制的茶叶和副茶经济利用的可能性。有人已报告在日本把茶叶芳香油提炼出来作为抗汗药。

自动控制——今天在茶叶生产上还很少应用电子技术来进行自动控制。我相信在这个传统工业上应用电子技术，不但能降低成本而且还能大大改进最后成品品质。正确的发酵，适当的烘干温度，良好的精制和筛分，对提高茶叶在国际市场上的价格都是有利的。

节约燃料——理论上，烘干一公斤茶叶只需要 0.25 公斤煤所产生的热量，而现在实际消耗量却多达四倍。新技术如液化床煤炉，余热利用和效率较高的烘干设备如液床烘干机等进行研究，以降低燃料消耗，使之尽可能接近于理论水平。

提高劳动生产率——产量翻一番后劳动力是否也必须增加一倍，否则就必须提高劳动生产率。我不认为茶叶采摘就能实现机械化，提高劳动生产率的潜力是很大的。对“时间和动作”的初步研究表明，在旺季的 8 小时内，一个采茶工只采茶 3.5—5.5 小时。而最好的和最差的工人生产率的差异为 5:3。需要研究影响劳动生产率的决定因素，并采取有效措施。

有关生产率的技术革新

现在我想讨论一下技术革新和生产力两者之间的关系。为了提高生产率，我首先扼要说明“生长量的分配”方面的几点研究结果，然后讨论鲜叶加工对提高生产率的作用。

1. 生长量的分配

托克莱研究表明，茶树总光合作用产物的分配如下：

(Hadfield, 1975)

项	目	吨/公 顷	%
呼吸作用的年损耗量		22.4	60.54
采 摘	茶 叶 嫩 梢	2.8	7.55
叶	子	4.0	10.78
修 剪	枝 条	3.4	9.16
永 久	枝 干	2.0	5.39
根	系	2.5	6.74
合	计	37.1	

在光合作用产物因呼吸作用耗损的 60% 中，茶树各部位呼吸作用的损耗如下：

部	位	干 重 (吨/公 顷)	年 损 耗 量 (吨/公 顷)	呼吸损耗占干重的 %	占总损耗量的 %
主	干	8.0	1.0	12.5	4.5
粗	枝	16.0	6.2	38.0	27.7
修 剪	枝 条	3.0	4.5	150.0	20.1
粗	根	16.0	3.0	18.0	13.4
细	根	2.0	4.5	225.0	20.1
叶子 (夜间)		4.0	3.2	80.0	14.3

此表对科学家来说，还有以下几个问题，如能解决，只要改进农业技术或管理，就可能使同一株茶树在同样环境条件下收获较多的产量。

(1) 能不能改变采摘嫩梢与修剪枝叶的比例？认为改变是可能的，采用适当的遮荫能使光合作用产物的 10% 以上转变为有经济价值的产量。在某种程度上，较长的修剪周期也会有同样的效果。采摘制度，如留鱼叶采摘与标准采摘，以及采摘间隔的长短，在这方面也有重要的作用而必须进一步研究。还有，上午 11 时采摘比 7 时采摘的嫩梢，其干物质含量增加较多，同时可增加收获的比例。归根结蒂，随着季节的进展，干物质含量还会增加。显然，这是受某些内在因子的控制，因而生长调节剂的作用也值得深入研究。

(2) 能不能修剪得低一些来减少粗枝的消耗？因为它占光合作用产物的 28%。我们用重修剪来降低枝干与嫩梢的比例。密植对减少粗枝的作用也值得研究。

(3) 根系用去光合作用产物的 20%，但它究竟应需要多少？产生的一个问题是茶树是否需要全部根系来吸收养分？事实表明，高产无性系如 TVI 具有较小的根系（对嫩梢的比例）。在这个问题上，我们还必须研究根系作为贮藏器官的作用。

(4) 夜间呼吸作用为三个明显的目的服务——维持生命，供应茶叶成分生物合成所需的呼吸代谢降价产物，以及产生茶树代谢作用所需的能量。研究目标必须找到夜间光照能使呼吸作用损耗率降低到什么程度，和什么光照强度能使收获量比例增加。

这张清单无疑地是包罗万象的。但作物生长量分配领域中的研究，将有助于我们逐步建立更有效的采摘、修剪和栽培管理制度，并且总有一天将会帮助我们收获总光合作用产物比今天我们只采摘其 7.5% 的要更多。

2. 产品处理和加工

由于产量增加，处理和加工问题变得更为突出。随着产量翻一番，我们有必要密切注意产品处理和加工的许多方面，其中有些是现在已可预见到的。

(1) 鲜叶采摘：进行“时间与动作”的研究，能提高采摘的工效，那就需要更好地调度和训练采茶工。可能在洪峰期应用新发明的采茶机来代替修平。为了提高采摘效率，应用物理和化学方法来控制产量也需要研究。

(2) 茶厂容纳量：提高现有机械的生产率能增加茶厂的容纳量，例如扩充设备，实行轮班制，或设计制造工效更高的连续制茶机械。

(3) 鲜叶管理系统：必须创造更有效的鲜叶管理系统，如应用联装萎雕槽、转筒或液床烘干机、高工效的分筛机等。

(4) 燃料和动力：必须设计耗用功率较低的机器，以适应能源的严重缺乏，而能源不足在今后十年中可能还要加剧。因此，功效较高的炉子和烘干机、余热利用、利用太阳能来代替部分需要的动力，这些都将变得更为重要。

(5) 包装材料：森林资源的迅速消耗，使得包装和运输茶叶到印度国内和国外批发市场的茶箱必须改变。在茶场里就可用零售小包装代替用茶箱散装。

(6) 贮藏问题：茶叶平均需要贮藏六个月。幸而随着生产的增加，印度国内的茶叶贮藏并不象谷物贮藏那样严重。事实上，在不久的将来，有效的贮藏在平衡市场价格方面将起着重要的作用。

(7) 后勤：产量翻一番后就需要更多更大的卡车，需要较好的路面，较宽的桥梁；在东北印度茶区并要求防止洪水冲坏公路。如治理好布拉马普特拉河，甚至还能提供河流的水上运输。需要宽轨铁路来载运更多货物。管理制度也要大大改变。包装驳船、拖船或许甚至把不包装茶叶直接装入船舱。

这次我把这许多可能的研究项目留给你们考虑，请再加以补充或删除。根据你们自己的特点，决定取舍和轻重缓急，这样你们就可以在生产中发现问题，解决问题。

张堂恒译自〔印〕“Two and a Bud” 24卷第2期，1—5页，1977

茶叶化学进展*

G. V. Stagy

一、引言

本刊前已报道有关茶叶化学的评论性文章,以后,桑德逊又评述了红茶的加工及其化学成分。布库恰瓦等论述了苏联制茶工艺中茶叶化学变化的重要意义。伊通、纳他拉江和西缀等人都写过专论,对茶叶的营养及药用价值也作过评述。本文将就近几年其他作者尚未论述过的某些成果加以综述。

二、茶叶成分

1. 茶多酚类物质

1968年以前,对茶多酚类物质已有较深入的了解,此后,进一步确证了茶栝因即3-栝酰基金鸡纳酸,同时鉴定了(-)没食子儿茶素没食子酸酯、黄烷醇二没食子酸酯和其他微量多酚类物质。维肯等人研究了茶多酚的圆二色性光谱(一种测定化合物立体结构的方法——译注)。扎普鲁米托夫等人深入研究了黄烷醇类的生物合成机制,并且提出了另外的合成途径,它有独自的前身物质和酶系统。埃娃沙评述了茶黄烷醇的代谢和生物合成。

2. 糖类物质

米佐诺已有评述。谢勒温德兰等人从茶树的部位分离了多糖类物质,并分出了果胶、半纤维素、木质素和纤维素,各分出部分经水解后,进一步分析了糖类的组成。结果发现,随着茶叶的成熟度变化,木质素、半纤维素和纤维素含量虽都有增加,但组成上并未发现差异。

3. 核酸和核苷酸

瀧野等人发现,鲜叶的主要核苷酸是5'-一磷酸腺苷和5'-一磷酸尿嘧啶核苷酸,在制茶过程中5'-一磷酸尿苷转变成5'-一磷酸鸟嘌呤核苷酸和三种3'-核苷酸。布哈他卡利娅和格霍西论述了制茶过程中核酸的变化。

4. 生物碱类

欧古吐格等人证明,茶的愈伤组织中,咖啡碱是由核酸的代谢产物形成的,而不是直

* 本文综合了英、美、苏、日、斯里兰卡、印度等国科学工作者于1968—1974年先后发表的文献、专利共230篇。为节约篇幅,故省略——译注。

接由嘌呤形成的。咖啡碱中的甲基来自 S-甲硫基丁氨酸腺苷和 γ -谷酰基甲胺中的甲胺。

5. 脂类物质

据米林和卢斯蒂吉报告, 茶的脂类物质占鲜叶的 3%。最近的研究业已证实, 在可被皂化的脂类物质中含有甘油三酸(三磷酸甘油)酯、磷酸酯、糖酯和硫酯。在游离的和被酯化的脂肪酸之中以亚麻酸为主, 其次是亚油酸和棕榈酸。茶叶和茶籽的非皂化的脂肪重要成分就是茶皂甙(一种强烈的若涩性物质), 水解后可分出四种三萜烯皂素、当归酸、肉桂酸和各种糖和糖醛酸。在非皂化的物质之中, 已鉴定出长链醇类、 β -香树精、 α -菠菜甾醇和其它甾醇。 α -菠菜甾醇的龙胆二糖苷已在非皂化物中发现。茶叶中脂类物质和萜烯的生物合成途径, 似乎与其他植物雷同。

茶籽的油和皂苷以及茶根的皂苷有可能食用或药用, 目前, 茶籽的利用还很少, 中国有用山茶 (*Camellia Sasanqua*) 作食用油用的。埃脱等人研究过茶籽油的成分。

6. 蛋白质和氨基酸类

谢勒温德兰等人用纸谱研究了茶树氮化物的分布, 结果发现, 除茶果和子叶以外, 茶树的所有器官都以茶氨酸(γ -N-乙基谷氨酰胺)为主, 而茶果和子叶则以吡可酸为主。茶氨酸是茶黄烷醇的前身物质, 它是在茶根中由谷氨酸和乙胺形成的, 然后经由木质部转移至植株的各个部分。康了西等人已就茶氨酸的生物合成与代谢进行了研究。谷氨酸、天冬氨酸和谷酰胺也遍及茶树各个器官, 而且数量可观。随着叶片老化, 游离氨基酸和酰胺都相应减少。

格哥伯里吉等人将茶中蛋白质分成分子量为 120,000 的白蛋白, 和分子量各为 65,000 及 130,000 的二种球蛋白。茶树对低温的抗性与白蛋白和球蛋白的比率增高呈正相关。

7. 酶类

红茶加工过程中最重要的两种酶类(儿茶酚氧化酶和过氧化物酶)已分出了几种同功酶。泊里纳等人用淀粉凝胶电泳分出了 6 种儿茶酚氧化酶的同功酶, 竹尾等人用聚丙烯酰胺电泳和等电点聚胶法也分出了同样数量的儿茶酚氧化酶同功酶。同功酶在分子量大小、基质特异性和荷电性方面都各不相同, 并且随叶子的老化和采摘时期而异。脱里门用淀粉凝胶电泳法将茶过氧化物酶粗酶制剂分出了七种同功酶。据报, 在茶叶发酵期间, 各同功酶表现出不同的活性。

儿茶酚氧化酶除了催化多酚类物质的氧化作用以外, 还具有单宁酶, 异构酶和羟基化酶的活性, 这些特性虽与特异的同功酶无关, 但可以说明红茶中尚存在没食子酸、三策啉(tricetindin, 罗伯茨称之为“P 物质”)和(一)表阿福豆素(epi-afzelechin)。儿茶酚氧化酶的动力学已有几篇文献作过论述。

茶叶中存在的下述几种酶类, 也已引人注目: 叶绿素酶、酸性磷酸酯酶、苹果酸脱氢酶和醇脱氢酶。

三、红 茶

1. 红茶在制造过程和贮藏期间的化学变化

常规红茶生产工序业已有全面论述，苏联所采用的红茶新工艺也已由博库恰瓦和斯柯布里娃作了论述。近年来的主要趋向是向温度、湿度及氧气浓度等严格控制的半自动发酵器械化发展。

萎凋的化学作用已由斯梯尔及桑德逊二人作了叙述。发酵从打碎茶叶叶片开始，使氧化酶与细胞中的液泡所含黄烷醇类物质相接触，把叶内呈束缚状态的某些挥发性组分释放出来。

发酵的初级反应，乃是黄烷醇的酶性氧化，变成邻位醌，然后偶合形成茶黄素或聚合成茶红素。将茶叶黄烷醇和酶作模拟反应的研究结果表明，红茶的所有茶黄素只能来自多酚类，但是在这种反应系统对茶红素的形成却是有争论的。桑德逊等人的研究，获得了包括“茶红素”在内的红茶多酚类的全部产物，但这种“茶红素”未必是真正的茶红素。海尔通强调指出，用儿茶素氧化酶与黄烷醇一起保温并不产生红茶茶红素的全部成分；另外一些学者指出，如在这过程中加入氨基酸则可促进茶红素的形成。氨基酸与黄烷醇反应可导致有色物质的形成业已证实。黄烷醇邻位醌还氧化茶叶中的非多酚类组分，从氨基酸与不饱和脂肪酸形成挥发性醛、醇，从类胡萝卜素形成紫罗酮。这些反应对红茶香气的重要作用最近已有评论。

在红茶制造的干燥过程中改变了香型，还导致了許多非挥发性组分的热降解。贮藏期间质量的下降归根于类脂类的水解和氧化、非酶性作用的变黑和茶黄素与香气组分的减少。

2. 茶黄素

对茶叶品质是相当重要的具有收敛性的橙黄色素类物质业已分离，并用核磁共振、质谱、紫外、红外以及圆二色性光谱进行了鉴定。这些有色物全称1',2'-二羟基-3,4-苯醌卓酮类物质，是由存在于茶叶中的成对的没食子儿茶素（或者没食子酸）和儿茶素偶联氧化所形成，大部分红茶色素业已鉴定的有下述各种：

(-) 表没食子儿茶素 + (-) 表儿茶素 → 茶黄素

(+) 没食子儿茶素 + (-) 表儿茶素 → 异茶黄素 I

(-) 表没食子儿茶素 + (+) 儿茶素 → 异茶黄素 II

(-) 表没食子儿茶素没食子酸酯 + (-) 表儿茶素 → 茶黄素-3-单没食子酸酯

(-) 表没食子儿茶素 + (-) 表儿茶素没食子酸酯 → 茶黄素-3'-单没食子酸酯

(-) 表没食子儿茶素没食子酸酯 + (-) 表儿茶素没食子酸酯 → 茶黄素-3,3'-双没食子酸酯

没食子酸 + (-) 表儿茶素 → 表茶黄烷酸

没食子酸 + (-) 表儿茶素没食子酸酯 → 3-没食子基表茶黄烷酸

奥里斯和科里尔报道了红茶中各该物质的总量。表茶黄烷酸已被证明是红茶发酵期间茶红素的先质。

3. 茶红素

茶叶中的褐色色素是一类分子量差异极大的异源性物质。罗伯氏等人根据溶剂萃取和层析特征将茶红素分为 S I 和 S II 二类。他们设想茶红素是儿茶酚氧化酶和过氧化物酶与黄烷醇作用而产生, 还有黄烷醇及其聚合物与蛋白质、氨基酸和碳水化合物之间的非酶性氧化作用的结果。茶红素 S I 是原花青素类的聚合物, 它是由黄烷醇 (其中包括茶鞣灵), 3, 4 黄烷二醇和氨基酸氧化偶合而形成的。凯德尔等人从 S I 茶红素中鉴定出了五聚黄烷醇。米林等人将茶汤中不能透析的多酚类物质看作是 S II 茶红素, 这表明在这种组分中含有与多糖相结合的蛋白质——多酚类复合物。S II 茶红素类似于非生物的啤酒褐色素和土壤中腐殖质一类的复合物。茶红素的聚合作用在贮藏期间以及茶汤冲泡后仍在继续进行, 因此, 难于描述它的特征。

4. 挥发性物质

桑德逊收集了 1972 年以前已知的茶叶芳香类物质名录, 而到现在又增加了很多 (至 1974 年——译者)。雷诺等人用气液色谱与质谱仪联测鉴定出了 68 种新的红茶香气成分 (主要的是醛、酮和酯类)。研究了季节性与气候性香气成分的差异。惠克黑麦欣认为, 气候条件影响到叶绿体内外的生物合成的相对速率, 因而也影响了对乙酸和亮氨酸各自形成萜烯类的代谢途径。乙酸代谢途径使茶叶失去香气, 当气温下降时, 亮氨酸的代谢途径可获得高香茶。海尔通等人发现, 非洲茶中的黄烷醇浓度是以寒冷季节时最高, 可以肯定, 发酵时黄烷醇的次级氧化会对香气产生影响。

5. 茶叶品质的分析法和化学评价

茶黄素 (及其黄烷醇的先质) 与茶叶“质量”和“鲜爽度”之间的关系已经确立, 对于测定所用的分光光度法, 凝胶渗透层析和气液色谱法已作过介绍。高分子量的茶红素与茶黄素比率高是不合适的, 但是业已证实鲜叶中儿茶酚氧化酶与品质呈正相关。儿茶酚氧化酶活性可以不离体用氯仿试验加以测定。鲜叶与速溶茶咖啡碱改进的分析法已有介绍。毕司华司等人对非挥发性组分进行了统计分析, 它有助于印度茶特性的说明。

茶叶品质与香气成分之间的关系已由 Yamanishi 和 Vautaz 以及 Raymond 等人加以研讨, 按气液色谱所得香气成分的数值作茶叶分级的尝试已有人提出。然而, 试图用个别芳香物借感官审评以作出鉴定, 却未被国际间公认。例如日本化学家推荐的茶螺烯酮, 却未能获得英国和美国科学工作者的支持。

6. 速溶茶

近年来, 速溶茶的生产, 在茶叶技术领域已取得了很大进展, 对此项目, 潘多罗于 1970 年曾作了全面地综述, 提高生产率并使之不含微粒物质 (主要是 Ca^{2+} ——敏感性果胶物质和“乳浊物”——一种冷水不溶的咖啡因和酚类复合物) 是借助于碱溶液提取, 以及用氧化剂 (特别是过氧化氢) 在较高温度和压力、高或低的 pH 条件下获得成功。亚硫酸盐用作已氧化的茶叶提取液的漂白剂。可溶于冷水的速溶茶是用果胶酶及纤维酶来降解不

溶性多醣类，并用鞣酸酶以降解“乳浑物”，或是抑制其“乳浑物”的产生而制备的。不溶物通常都被分离出来，并单独加以处理后，在干燥前和可溶部分的提取物混合。

一个与常规制茶法相区别的方案是把磨碎鲜叶的含水悬浮液转化成红茶，方法是悬浮液处于受控制的温度、pH和氧气压力的条件下进行的。这个过程也可借助于植物或微生物（包括愈伤组织）中取得的氧化酶进行催化。其他转化的方法包括用含水的丙酮、臭氧、过氧化氢、氧气以及加热。

加工过程损失的香气，可以用蒸馏法或是用溶剂提取，所得浓缩液可加在干燥后的产品中或在干燥过程中加入以补充香气。一份苏联专刊中曾叙述过提取和浓缩都在密闭系统中完成的操作程序，其中浓缩物可回加到提取容器中去，如此获得了一个平衡状态，从而防止了香气的进一步挥发。也有用合成的或是从植物中获得芳香化合物，来加强或促进速溶茶香味的办法。干燥过程中的革新也有过叙述。

采用溶剂提取或是用微生物的作用在速溶茶中除去咖啡碱的方法，已得到了发展应用。

李名君 姚国柱译自〔英〕“Reports on the
Progress of Applied Chemistry” 1974, 59 卷
“饮料：茶”一章全文