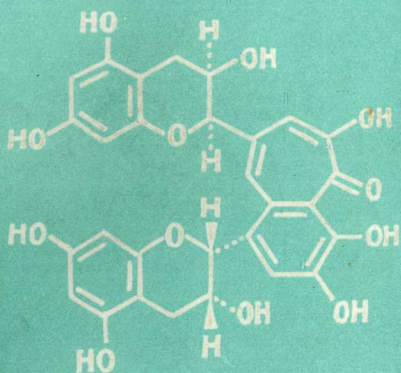


# 茶叶研究进展



IC3772  
贵州省图书馆

中国农业科学院茶叶研究所情报资料研究室

# 茶 叶 研 究 进 展

Wickremasinghe, R.L. 著

李名君 译  
王自佩

阮宇成 校

中国农业科学院茶叶研究所情报资料研究室

## 编 者 的 话

斯里兰卡茶叶研究所著名学者罗伯特L·维克雷马辛赫新近在《食品研究进展》上发表的“茶叶研究进展”一文，是一篇评论性综述文章，作者参阅了三百余篇文献，内容丰富，观点明确，文字简练，是一篇反映近期茶叶科技进展的好文章。因此，我们请李名君、王自佩同志译成中文，并经阮宇成研究员审校，付印成册，以飨读者。

今后，我们将继续努力组织编印一些有价值的参考资料，以期对我国茶叶科技工作者有所借鉴。由于我们水平有限，时间匆促，译误之处在所难免，敬请读者指正。

一九八〇年五月

## 编 审 说 明

《食品微生物》一书是糕点专业的专业基础课，是按照商业部系统技工学校糕点专业教学计划和教学大纲的要求编写的。经审定，作为商业供销粮食技工学校糕点专业教材。也可作为办糕点专业或食品专业的职业中专、中学及培训班教学用书。

本书由西安市服务学校孙悦迎同志编写。经陕西省微生物研究所张淑芬副研究员、西北大学生物系宋家琨副教授审阅。

一九八五年五月由我司邀请了全国糕点专业部分专业教师和技师在武汉对教材初稿进行了认真的讨论和修改。

由于编写时间仓促，编者学识水平有限，兼之随着科学技术的不断发展，教材的内容需要不断地更新，请各校在教学中积累经验，提出修改意见，使之逐步完善。

在本书编写过程中，曾得到有关单位和专业工作者的帮助，作者并参阅了有关书籍和资材，在此一并致谢。

中华人民共和国商业部教育司

一九八五年十月

# 目 录

I、	引言	( 1 )
II、	茶的成分	( 3 )
	A、化学和生化成分	
	B、影响化学组分的因子	
III、	茶叶加工期间的变化	( 31 )
	A、红茶	
	B、绿茶	
IV、	感官特性	( 47 )
	A、红茶	
	B、绿茶	
V、	茶的贮藏	( 51 )
	A、茶叶	
	B、茶汤	
	C、绿茶	
	D、红茶	
VI、	有潜力的副产品	( 53 )
VII、	临床效果	( 54 )
VIII、	寄主植物与昆虫的关系	( 57 )
IX、	速溶茶	( 58 )
X、	今后的方向	( 58 )

## I、引 言

茶起源于中国，有关茶的传说虽可追溯到公元前2737年，而最早的文字记载，则见于公元前350年中国的古辞书《尔雅》；茶的第一部专著则是纪元780年陆羽撰写而成的。几世纪之后(1559年)始由著名的威尼斯作家吉安巴蒂斯塔拉姆肖(Gian Battista Ramusio)将茶传到欧洲，在1784至1789年期间成为一种消费很广的饮料。自此以后，茶的种植业发展极快，目前，已成为世界销路最广的饮料。在1972至1974年间，平均每年生产1,213,000吨茶叶，出口额达663,000吨；其中的主要产茶国(不包括越南及台湾省在内的中国)列如表1。

表1 1972—1974年各国茶叶生产与出口的  
年平均值(单位：1000公吨)

国 别	产 量	出 口 额
净出口国及远东和大洋洲	783.6	482
印 度	472.7	225
斯里兰卡	209.6	190
印 尼	63.9	41
孟 加 拉	28.0	22
其 他	9.4	4
非 洲	156.6	138
肯 尼 亚	54.4	48

马 拉 维	22.5	22
莫 桑 比 克	18.4	18
乌 干 达	22.3	20
坦 桑 尼 亚	13.0	10
其 他	26.0	20
近 东	44.2	17
土 耳 其	44.2	17
拉 丁 美 洲	35.4	26
阿 根 廷	26.8	20
其 他	8.6	6
既产茶又进口的国家		
日 本	90.9	
南 非	1.8	
伊 朗	23.0	
马 来 西 亚	3.4	
苏 联	73.7	
总 计	1212.6	663

目前世界各地种植的大部分茶树，由于在其长期栽培过程中的广泛传播，远系繁殖以及地区性的种间自然杂交的结果，都已不是纯系了；然而所有的栽培茶树都定名为一个种，即 *Camellia Sinensis*(L.) O.Kuntze(Eden, 1976)。根据这一命名，小叶种定名为 *Var. Sinensis*；大叶种订名为 *Var. assamica*，可是，即使在一个地区，茶蓬的生长习性、树枝粗细、形态、骨架、叶势、产量等等都各不相同(Bezbaruah, 1974)。所以日本学者，根据 *Camellia* 属的精油中只含有丁子香酚甙 (eugenol glycoside)，而 *Thea* 属的未成熟茶果中只含有 L—哞可酸 (L—pipecolic acid)，按照化学分类法将茶定名为 *Thea*，以区

别于*Camellia*。茶树的这许多变异，主要是由于长年累月繁育那些遗传性状不同的种子造成的（茶树的经济年龄长达60~70年）。目前，各产茶国的营养繁殖法已日臻完善（Visser and Keh1, 1958）几乎不再采用种子繁殖法。取作插穗的母株，主要根据茶蓬的大小、骨架、产量、抗病、虫和抗旱能力，加工特性及其他因素加以选择。这些特性的最终评定，取决于7至10年以上大田试验的结果，但是挑选母株的其他方法，诸如形态学、（Wight Barua, 1954; Wu et al, 1968; Memedov, 1961; Venkataramani and Padmanabhan, 1964; Toyao, 1966）、解剖学（Wu, 1968; Pochet et al, 1974）以及化学和生化等（Toyao, 1975）方法，有可能提供短期内鉴别的手段。

自然生长的茶树可高达9米，但是生产茶园都行周期修剪，使茶蓬保持在1至1.5米高（Eden, 1976）。不同产茶国，修剪周期3至6年不等，其目的在于促进分枝，恢复茶蓬生机和便于采摘（Tubbs, 1936）。采摘或用手采，或用机械采摘（如铗剪等），以一芽二叶制成的茶品质最佳。采摘次数因气候和影响新梢更新的其他因素而定，一般6至9天采摘一次。加工的茶类有四大类别；即红茶、绿茶、乌龙茶和速溶茶，数量上以红茶居多。

有关茶叶加工和茶化方面的综合性评论，已有发表（Stahl, 1962; Roberts, 1962; Bokuchava, 等1969; Sanderson, 1972）。本文的目的在于综合性地评述茶叶方面的最新进展。

## II、茶的成分

过去曾发表过一些新梢的分析资料（Kursanov, 1956; Vuataz et al, 1959; Millin et al, 1967），表2补充了老叶、幼茎、老茎、根和种子的主要化合物的分布概况。新梢含多酚、氨基酸和咖啡碱较多，而老叶则富含类胡萝卜素。新近研究了皂



素、核苷酸、非皂化物、油脂及类胡萝卜素等，将在以下各节详加评述。

表2 茶株化学成分分布表

化 合 物	新梢	老叶	嫩茎	老茎	根	种子
多 酚	++	+	+	+	+	-
氨基酸	++	+	+	+	++	+
核苷酸	+	+	+	+	+	+
磷 酯	+	+	无	无	无	无
咖啡碱	++	+	+	+	+	-
可可碱						
糖 类	+	+	+	+	+	+
油 脂	+	+	+	无	无	+
有机酸	+	+	+	+	+	+
叶绿素	+	+	+	+	-	-
类胡萝卜素	+	+	+	+	-	无
非皂化物质	+	+	+	+	+	+
皂 素	+	+	+	+	++	++
无机物	+	+	+	+	+	+
挥发性物质	+	+	+	+	+	+

## A、化学和生化成分

### 1. 酶

①茶多酚氧化酶：茶多酚氧化酶（即邻一二酚： $O_2$ 氧化还原酶）在红茶加工中起着重要的作用（参见第Ⅲ节），已为几个学者深入地加以研究。斯里兰加查尔（Sreerangachar, 1943 a, b）证实，多酚氧化酶是一种含铜的酶，几年之后，就已纯化并

分离出至少四种同功酶(Bendall et al., 1963; Gregory et al., 1966), 主酶的分子量为 $144,000 \pm 16,000$ , 含有0.32% (重量比)的铜。以前的研究者获得的酶都是不溶性的, 桑德森(Sanderson, 1964a, 1965)在提取介质中掺入了多酚吸附剂, 分离出了可溶性的多酚氧化酶, 说明以前获得的不溶性酶是由于多酚及其氧化产物与酶蛋白相结合的结果。采用液氮低温冷冻(Coggon et al 1973), 调整提取液介质的pH到7.0, 然后加入吐温-80 (或葡聚糖凝胶-G 50)等改良方法, 已获得可溶性的粗酶制剂, 活性很高。这种可溶性的粗酶制剂已纯化近200余倍, 采用等电点聚焦, 测出其最适pH为5.7, 25℃时对表没食子儿茶素没食子酸酯的米氏常数为 $2.3 \times 10^{-3} M$ 。同功酶的存在与前人(Bendall, 1963; Gregory et al., 1966; Takeo et al., 1973; Buzun et al., 1970; Perera et al., 1972; Takeo et al., 1973)的发现是一致的。一些研究者发现, 成龄叶的酶活性比幼叶低70%, 这可能与个别同功酶的相对含量发生改变有关。据竹尾(Takeo, 1966a)报道, 多酚氧化酶活性具有季节性变化, 而且也发现, 在红茶加工的早期(即萎凋、揉捻)阶段, 酶活性要显著增高(2—3倍), 到发酵时下降。这一迹象就支持了下述观点: 早期阶段酶活性的增高是由于酶的合成, 发酵期间酶活性的下降则是由于多酚类氧化产物与酶蛋白形成不溶性的复合物而造成的结果。

多酚氧化酶的细胞学定位研究, 已有若干报道, 其中主要是采用差式离心法来确定酶是与哪些细胞器结合在一起的。有的研究者(Li et al., 1947; Oparin et al., 1950)发现酶是与叶绿体结合在一起的, 有的(Bokuchava et al., 1970)认为除叶绿体而外, 也有少数酶是与线粒体结合的; 竹尾(1966b)则发现, 与叶绿体结合的酶只是少数, 而大部分是与1400到15000个比较离心力下沉降下来的颗粒结合在一起的。加藤(KaTo, 1976)等人用聚乙烯吡咯啉酮(Polyclar AT), 从提出液中除去多酚, 然

后采用蔗糖密度梯度离心法，在80,000个比较离力下分离出多酚氧化酶。梯度离心图式表明，多酚氧化酶的存在部位，主要是与过氧化物酶、过氧化氢酶和苹果酸脱氢酶这类标志物结合在一起的，而不与线粒体、叶绿体、细胞色素C氧化酶和叶绿素等相结合。维克雷马辛赫等(1967)使用荧光抗体技术表明，多酚氧化酶大部分位于叶表皮细胞内，幼叶中，上下表皮均有，老叶则只存在于下表皮细胞中。

② 5-脱氢莽草酸还原酶：该酶已在茶叶中发现，其活性在芽梢中较高，成龄叶较低(Sanderson, 1966)。该酶在通过苯丙氨酸途径生物合成茶多酚中起决定作用(Neish, 1960; Stafford, 1974)。

③ 苯丙氨酸脱氨酶：酶活性与茶叶生育期间的叶龄、品种和遮荫都有关系(Iwasa, 1976)。适制红茶的品种，酶活性高；老叶活性低；遮荫酶活性降低。此外还发现，酶活性与儿茶素含量有关，因而表明，苯丙氨酸在多酚的生物合成中，具有重要作用。

④ 茶过氧化物酶：早先生物化学研究所发现的过氧化物酶是不溶性的(Bokuchava, 1950; Roberts, 1952)，后来采用吐温-80或PolyclarAT，获得了可溶性酶(Tirimanna, 1972)，而且进一步证实存在几种同功酶；发现其中有一种同功酶，在加工红茶的过程中，酶活性增高(Tirimanna, 1972)。乙烯和吲哚乙酸也能增高该酶活性，柱层析研究表明，这两种物质均可刺激各同功酶的活性(Saijo and Takeo, 1974)。虽然茶过氧化物酶研究较为详尽，但是它在制茶过程中的全部作用尚不清楚。

⑤ 茶叶肽酶：桑德森和罗伯茨(1964)用非细胞的酶制剂，研究了茶梢中的肽酶活性。这种酶，在红茶萎凋期间将蛋白质分解成氨基酸，不同的品种或茶梢的不同部位，酶活性都显著不同。

⑥ 茶叶绿素酶：只有日本的少数学者(Ogura et al.,

1966; Ogura, 1969)研究了茶叶绿素酶。研究表明,酶活性具有季节性变化,而且与叶绿素含量呈反相关。这一发现对确定红茶加工中去镁叶绿素与去镁叶绿素铁的比例,具有一定作用(后面将进一步叙述)。

⑦茶酸性磷酸酯酶:茶叶中已发现该酶的同功酶(Tirimanna, 1967; Baker and Takeo, 1974),但是这种酶的特殊功用,尚不得而知。

⑧亮氨酸- $\alpha$ -酮戊二酸转氨酶:催化亮氨酸和 $\alpha$ -酮戊二酸之间的这种转氨酶已在茶叶中发现(Wickremasinghe et al., 1969),这是赋予茶叶香气的两种挥发性物质生物合成途径中的第一步(Wickremasinghe, 1974)。该酶对亮氨酸是非特异性的,它也可以使 $\alpha$ -丙氨酸和缬氨酸转移氨基。

⑨茶亚麻酸氧化酶:业已发现(Gonzales et al., 1972; Saijo et al., 1972),切碎的茶叶,亚麻酸可转变成反-2-己烯醛;而畑中(Hatanaka, 1976)发现,如果将茶叶的离体叶绿体与脂肪酸一同保温,能形成顺-3-己烯醛(它能异构化成反-2-己烯醛)。顺-3-己烯醛的形成,据认为是有氧条件下的酶促反应(Hatanaka et al., 1973),但最近也有人(Coggon et al., 1977)提出是非酶促反应,认为茶叶反-2-己烯醛的形成机理,可能是未饱和和脂肪酸经含金属的蛋白质催化的氧化作用的结果。这种醛在茶叶香气复合物中的相对含量,对茶叶的香气具有重要作用(Yamanishi et al., 1968a; Gianturco et al., 1974);气候条件对它的形成也有影响(Wickremasinghe, 1974)。

⑩茶叶和茶籽中的醇性脱氢酶:鲜叶中存在的这种酶(亦称醇性辅酶I氧化还原酶),可使顺-3-己烯醛和反-2-己烯醛转变成相应的醇(Hatanaka et al., 1973)。这些醇,特别是它们在挥发性成分中的相对含量,对茶叶的香气占有重要的作用

(Yamanishi et al., 1968a; Gianturco et al., 1974)。有人 (Hatanaka et al., 1976a) 研究了茶籽中的醇性脱氢酶, 经提取、纯化以后, 测得其分子量为 95,000, 用邻一二氮杂菲解离为均一的两个亚单位。该酶能够利用无环的萜烯类 (如橙花醇、牻牛儿醇、香茅醇等) 作为基质, 对环系萜烯则很少或根本不起作用。

⑪果胶甲酯酶: 发现该酶的人 (Ramaswamy and Lamb, 1958) 指出, 在制茶期间, 果胶脱去甲基形成果胶酸, 它所形成的胶体, 阻止了氧的扩散, 因此减慢了氧化反应的速率。果胶甲酯酶的活性受到多酚的抑制, 多酚氧化产物的抑制作用更强。茶叶加工过程中, 果胶阻止氧的摄取 (Lamb et al., 1958), 结果使茶叶发酵不足。

⑫苹果酸脱氢酶: 莫尔奇莱兹等 (Morchiladze et al., 1972) 业已报道发现茶叶中苹果酸脱氢酶, 并用 DEAE 纤维素层析和聚丙烯酰胺凝胶电泳分成了三个分部。

⑬茶核糖核酸酶: 用 DEAE—纤维素柱层法, 从茶叶的粗酶制剂中分离出两种核酸内切酶 (Imagawa et al., 1976), 用凝胶过滤法已纯化了其中的一种。采用同样的方法, 有人 (Tsushida and Takeo, 1976) 分离出具有核糖核酸酶活性的四个分部, 研究了其中两个主要分部的特性。它们的分子量各为 13,000 和 16,000, 最适 pH 分别为 4.75 和 4.9, 这两部分酶都受到铜和汞离子的抑制; 温度高于 50℃, 酶失活。

⑭茶根内的酶类: 茶根内发现的酶类有: 谷氨酰转移酶 (Roberts and Fernando, 1975)、糖化酶、硝酸还原酶和谷氨酰胺合成酶 (Roberts et al., 未发表), 它们在茶树营养代谢方面起一定作用。

## 2. 多酚类化合物

多酚类物质在数量上是幼叶的主要成分, 而且是赋予成茶风

格独一无二的物质(Roberts, 1962)。这一成分物质, 多年来已进行了详尽地研究, 茶梢中已鉴定出的多酚类物质及其数量, 列入表3。

表3 茶梢中的多酚类物质

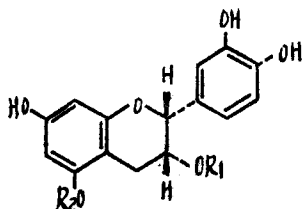
	文中的 结构式	百分含量 (%干重)
<b>黄烷醇类</b>		
(-)表儿茶素	I	1—3
(-)表儿茶素没食子酸酯	II	3—6
(-)表儿茶素双没食子酸酯	III	—
(-)表没食子儿茶素	IV	3—6
(-)表没食子儿茶素没食子酸酯	V	9—13
(-)表没食子儿茶素双没食子酸酯	VI	—
(+)儿茶素	VII	1—2
(+)没食子儿茶素	VIII	3—4
<b>黄酮醇及黄酮甙</b>		
槲皮素	IX	—
飞燕草素	X	—
槲皮素—3—鼠李糖甙		—
飞燕草素—3—鼠李糖甙		—
槲皮素—3—鼠李二葡萄糖甙		—
杨梅酮—3—葡萄糖甙		—
<b>黄酮类</b>		
6, 8—二—C—葡萄糖基芹菜甙		—
花白素		2—3
牡荆碱		—
<b>酸及缩酚酸</b>		~5

没食子酸	X I	—
绿原酸 (4个异构体)	X II	—
对一香豆鸡钠酸(4个异构体)	X III	—
茶鞣灵	X IV	~
鞣花酸	X V	—
多酚总量		25~35

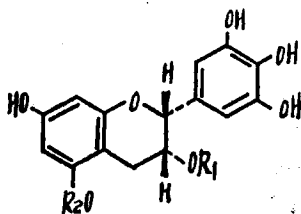
其中的黄烷醇类，在制作红茶时被多酚氧化酶氧化，对茶汤特征和汤色具有重要作用。在制作绿茶时，则是用蒸汽(日本)或干热(中国)的方法先破坏多酚氧化酶，以阻止黄烷醇的酶性氧化。红绿茶之间的根本差别，就在于最终产品中存在的多酚类物质数量和种类上的不同。

随着茶叶的老化，叶内的多酚类物质也要发生变化，这就是为什么要用芽梢来加工成茶的一种原因。研究结果(Nakagawa等,1964; Bhatia等,1968; Forrest等,1969; Wickremasinghe等,1973)表明，随着茶叶的老化，多酚总量逐渐下降，黄烷醇之间的比例也随之发生改变。而且发现，在形态起源上与叶片相似的萼片、花瓣和果皮，它们的多酚类物质的含量与组成，与柱头、心皮、花药和种皮也是不同的(Bhatia等,1968)。

茶叶中的黄酮醇和黄酮醇甙含量较低，已经研究出了一种定量测定飞燕草素和槲皮素葡萄糖甙的方法(UI'yanova,1963)，测定结果表明，茶树的不同器官(如芽、第一、二、三直至第六叶，以及花、花瓣等)含有不同数量的黄酮醇。苏联学者(UI'yanova等,1966)指出，黄酮醇甙复合物具有维生素P的活性(见第Ⅶ节)

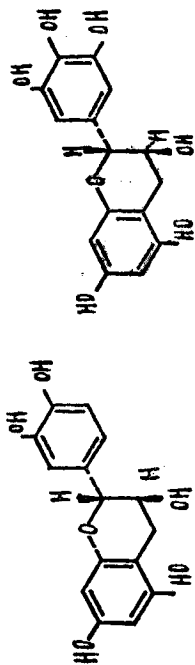


- I. (-) - 表儿茶素  $R_1 = R_2 = H$
- II. (-) - 表儿茶素没食子酸酯  $R_1 = 3,4,5$   
- 三羟基苯酰  $R_2 = H$
- III. (-) - 表儿茶素双没食子酸酯  $R_1 = R_2 = 3,4,5$ -三羟基苯酰



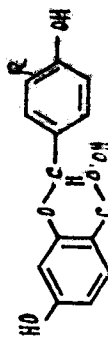
- IV. (-) - 表没食子儿茶素  $R_1 = R_2 = H$
- V. (-) - 表没食子儿茶素没食子酸酯,  
 $R_1 = 3,4,5$ -三羟基苯酰  $R_2 = H$
- VI. (-) - 表没食子儿茶素双没食子酸酯  
 $R_1 = R_2 = 3,4,5$ -三羟基苯酰





VII. (+)-儿茶素

VIII. (+)-没食子儿茶素



IX. 槲皮素 R=OH

X. 飞越草素 R=H