

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202303043

www.dxhx.pku.edu.cn

## 典籍里的中国茶

王朝霞\*, 胡习乐, 方向

华东理工大学化学与分子工程学院, 上海 200237

**摘要:** 通过当代大学生华嘉茗与唐代茶圣陆羽之间一场穿越古今的会面, 回望茶学典籍的同时, 介绍了茶学在当今自然科学领域的传承与发展, 科普了其中蕴含的有机化学、分析化学、药物化学及食品科学等相关领域的知识与科研手段。

**关键词:** 制茶; 茶多酚; 咖啡因; 提取; 结构改造

**中图分类号:** G64; O6

## Chinese Tea from the Ancient Book

Zhaoxia Wang\*, Xile Hu, Xiang Fang

School of Chemistry and Molecular Engineering, East China University of Science &amp; Technology, Shanghai 200237, China.

**Abstract:** Through a meeting between Hua Jiaming, a college student, and Lu Yu, the tea sage of the Tang Dynasty, this paper not only reviewed the classics of tea science, but also introduced its inheritance and development in today's relevant natural science fields. It especially popularized the knowledge and scientific research means of organic chemistry, analytical chemistry, pharmacy, food and other related disciplines contained therein.

**Key Words:** Tea making process; Tea polyphenols; Caffeine; Extraction; Structural modification

“好雨知时节, 当春乃发生, 随风潜入夜, 润物细无声……”, 大学生华嘉茗一边低吟着杜甫的诗, 一边轻快地走出顾渚山庄。微雨暂歇, 清晨的山林青翠欲滴, 放眼远眺, 漫山的茶园在那轻纱般的云雾间若隐若现, 恍若仙境。“太美啦!” 眼前的茶山让嘉茗禁不住赞叹, 他兴奋地沿着林间小道往山上冲去, 突然, 一块湿滑的山石让他一个站立不稳就摔了下去……。

不经意间, 一场奇幻之旅就此开启: 嘉茗醒来, 却见一仙风道骨、长袍广袖之老者立于身旁, 慈眉善目地看着他, 并为他端杯喂茶, 一缕缕悠长的茶香袭来, 嘉茗顿觉神清气爽。原来他已穿越千年, 老者乃是唐代茶圣陆羽(字鸿渐), 他们一起煮茶论茶, 相谈甚欢, 最后鸿渐先生竟执意随他来到当代, 纵观今日之茶学! 此番穿越, 让嘉茗每每回忆, 总无法忘怀。

### 1 回望陆羽《茶经》

呷了一口面前的热茶, 嘉茗立刻心旷神怡、满口清香, 他高声吟道: “茶者, 南方之嘉木也。一尺二尺, 乃至数十尺。其巴山峡川……”<sup>[1]</sup>望着他崇敬的眼神, 陆羽朗声道: “茶之为饮, 发乎神农氏。‘神农尝百草, 日遇七十二毒, 得茶而解之’。当下饮茶之风渐盛, 然饮者知之甚少, 更难

收稿: 2023-03-13; 录用: 2023-04-06; 网络发表: 2023-05-29

\*通讯作者, Email: wangzhaoxia@ecust.edu.cn

基金资助: 华东理工大学2022年教改课题

解其妙，而泱泱华夏至今未见一部茶学专著，老夫心有不甘焉！余生性嗜茶，曾遍游名山秀水，遍尝名品佳茗，今结庐苕溪，意将毕生茶学实践与心得付诸笔端。若能泽被华夏子孙，则吾之幸事矣。”

闻听此言，嘉茗立刻站起来对陆羽深鞠一躬道：“先生开创茶之先河，被后世奉为茶圣。您所著《茶经》更为吾辈奉若经典，虽经千年，历久弥新！您在《茶经》里不仅统一了茶的称谓，还详实、系统、全面地总结出茶的起源、形态、种植、采制、功效、煮饮、产地、茶人文及茶德茶事<sup>[2]</sup>，包罗万象，是茶学的第一部百科全书。它的指导与实践性不仅对我国，而且对世界的茶业、茶文化的传承、发展与传播都意义非凡啊……”嘉茗一说起来就滔滔不绝。

陆羽微笑静听，待嘉茗话音稍停，他轻声问道：“华君来自2020年代，能否介绍彼时之茶事？”嘉茗一听，立刻来了兴致：“先生，百闻不如一见，您愿否随我一起去参观一下今日之大学校园，感受当今茶之新学？”

“甚合吾意。”鸿渐先生欣然应允。于是，二人飘然而至H大学，在华嘉茗的引导下，他们先后参观了生物工程学院、药学院、化学学院和农学院。

## 2 造访当代茶科学

### 2.1 茶色背后的科学原理

走进生物工程学院的食品研究室，一股股熟悉的茶香扑面而来。嘉茗介绍说：“先生，当今制茶工艺源于您的《茶经》，然又不止于此啦。”老先生疑惑地望向华嘉茗，听他接着说：“唐代以后，我国制茶技艺不断推陈出新，目前已发展出白茶、绿茶、黄茶、乌龙茶(青茶)、红茶和黑茶六大茶类。为此，我国于2022年底成功申遗——‘中国传统制茶技艺及其相关习俗’，现在已被列入人类非遗代表作名录。”嘉茗的语气中透着骄傲。

“甚好甚好！”老先生惊喜中略有诧异：“然，茶何以五色纷呈？”

嘉茗笑着说：“表面看来是源于茶汤的颜色，实则是源于不同的制茶工艺。在茶人千百年的实践探索基础上，今日科研的重点就是追根溯源，从微观层面探究制茶工艺背后的科学根源，以提升茶的品质。这中间涉及很多有机化学反应的知识。从专业的角度看，制作工艺的不同意味着化学反应条件的改变，反应条件的不同自然导致不同的反应结果、生成不同的产物啦。我们只有把控这些反应，才能有效保障并提高茶的质量。”

嘉茗侃侃而谈，“茶中有一类重要的有机物，名为茶多酚，主要包括儿茶素、花青素、酚酸和黄酮等四类化合物，其中儿茶素(图1)含量最高。此类物质结构中含多个酚羟基，因此活泼且易于氧化，在制茶过程中，茶多酚因工艺不同而发生了不同的化学反应，这是茶汤颜色不同的主要原因<sup>[3]</sup>。”

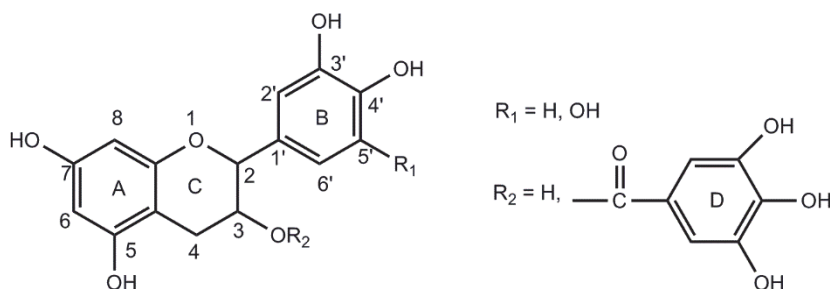


图1 儿茶素的结构通式

他指着面前的绿茶说：“制作绿茶时，鲜叶首先要杀青处理，这一步非常关键，它钝化了叶子中酶的活性，有效抑制多酚类物质的氧化(俗称：发酵)，较多地保留了鲜叶内茶多酚、咖啡碱、叶绿素等天然物质，因此，叶绿汤清，赏心悦目！但是，从养生的角度来看，酚羟基对胃有一定的刺激性。”

嘉茗说着走进不远处的茶室，端来一杯红茶奉给陆羽，接着说，“其他类茶的制作工艺则与此不同，比如红茶，它制作中有一个独特的萎凋工艺。萎凋与杀青的目的正好相反，它能增强鲜叶内酶的活性，从而促进多酚类物质氧化聚合生成茶黄素、茶红素等物质，这就形成了红茶的汤色。一般而言，茶黄素是成对儿茶素氧化聚合而成的二聚体总称(图2)；茶红素则是由一种或几种儿茶素或茶黄素经氧化缩聚而成的二聚至七聚体混合物，组成与结构异常复杂，至今也未得到明确的鉴定<sup>[4]</sup>。”

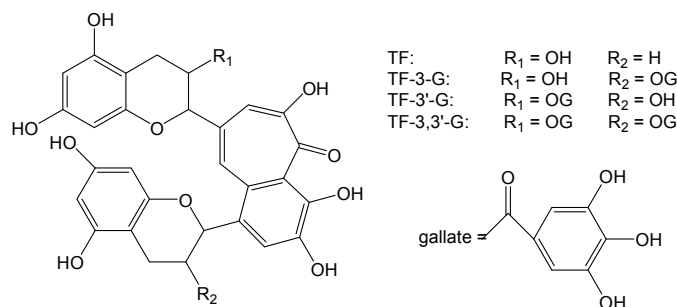


图2 四种主要的茶黄素结构

陆羽望向嘉茗：“闻君所言，茶色源于茶中多酚与酶？”嘉茗连连点头：“正是如此。酶相当于茶多酚氧化反应的催化剂，它的有无与作用强弱导致茶汤颜色的变化。从现代有机与分析化学的角度来看，多酚类物质本身就具有 $\pi$ - $\pi$ 共轭结构，随着氧化程度的加深，这种共轭体系进一步加长，同时，羰基、羧基等强极性基团的生成，甚至分子共平面性的增加，多种因素合力并举，导致分子结构中 $\pi \rightarrow \pi^*$ 电子跃迁能降低，吸收峰红移，从而使物质颜色不断变深。”

望向面前那杯橙红透亮的茶水，嘉茗接着说：“制茶工艺最后是高温烘焙工序，它最主要的目的就是迅速钝化酶的活性来终止酚类继续氧化。”停顿片刻，他话锋一转：“但就养生而言，这种氧化反应降低了酚羟基的数目与含量，自然减小了对胃的伤害，所以我国民间普遍认为红茶养胃啊。”

听嘉茗从现代科学的角度分析茶色与养生，这其中诸多科技新名词，陆羽闻所未闻，他虽似懂非懂，但心中还是暗暗赞叹2020年代的新科技。

## 2.2 茶提取与分离的现代科技

“先生，您在《茶经》里充分论述了茶的功效与煮茶之法，千百年来，普泽天下。我想请您参观一下我们这个年代的实验室煮茶技术。”二人说着就来到药学院实验室。

面对琳琅满目、形色各异的透明管柱，鸿渐先生从未见过，他不禁有些愕然。看着他不明所以的神情，嘉茗走到一处管柱前说：“先生，这套装置名为索氏提取器(图3)，它是德国农业化学家Franz Ritter von Soxhlet在1879年发明的<sup>[5]</sup>，这可是当今的一个煮茶神器啊！您看，我们在中间的提取筒里放上茶包、下面的圆底烧瓶里放上水，再给上面冷凝管的夹层里通入冷却水，然后就可以煮茶了……”

嘉茗一边演示一边解说，鸿渐先生则侧立静观……

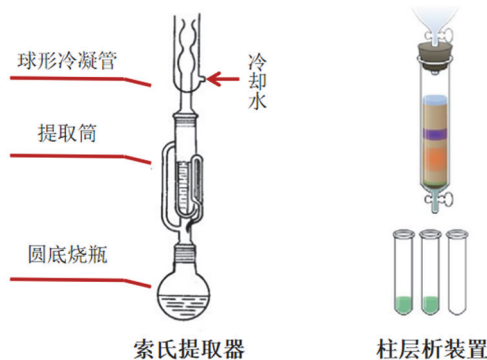


图3 实验室常见的天然产物提取与分离装置

“妙哉妙哉！”突然，陆羽击掌朗声道：“碳炙水沸，则腾波鼓浪，气流升腾，待凝结回落，则入茶浸提，”他指着提取筒上的虹吸管，“若高度及此，则虹吸入釜，周而复始！华君，此物以一釜之水煎茶数遍，浓缩精华，构思绝妙！神奇之至矣！”

看着他心领神会的表情，嘉茗笑着说：“茶可煮，万物皆可煮！这是一款实验室常用的天然产物提取装置。”心有灵犀一点通，陆羽连连点头，“万物同茶，妙哉妙哉！”

嘉茗又补充说：“自先生以后，人类一直都在探索茶及其他天然产物的提取方法，各种奇思妙想纷至沓来，举不胜举，像微波、超临界CO<sub>2</sub>、酶法等辅助提取新技术也在这一领域得到广泛的应用，收到很好的效果……”

他们边说边走，陆羽见一少年正在一处管柱前加液操作，忍不住驻足观看。嘉茗引见后，少年立刻深鞠一躬，然后介绍说：“先生，这是一套柱层析装置(图3)，它是当今实验室常用的一种化合物分离提纯装置。具体到茶，可以把其中的各种物质一一分离出来，获得相应的纯净物。”

少年手指玻璃管柱，接着说：“这是层析柱，我们预先在柱内装填固定相，然后加入浓缩后的茶汤，再选用合适的洗脱剂作为流动相。由于茶汤中的茶多酚、咖啡碱、茶氨酸、茶多糖等组分对固定相和流动相的吸附与解吸能力不同，它们在柱中经过无数次的吸附和解吸过程，就能被分离开来，我们再经收集和旋蒸，就能获得各种纯品化合物了。”

“有了这些纯品，我们就可以进行更深入的研究啦。”嘉茗笑着接道，“一方面，我们需要确定它们的化学结构，近代化学科技突飞猛进，我们借助核磁共振、红外光谱、质谱等仪器分析手段，很快就能明确它们具体的化学结构；另一方面，这些纯品适用于药学家进行药理活性的研究。这样，科学家们就能把物质的化学结构与其药理活性关联起来，进一步发现其结构-药效对应关系，深入探寻茶中奥妙。”陆羽闻言，满眼赞许，微笑颌首。

### 2.3 基于茶叶药理活性之上的化学探究

“茶之为用，性至寒，为饮，最宜精行俭德之人。若热渴、凝闷、脑疼、目涩、四肢倾、百节不舒，聊四五啜，与醍醐、甘露抗衡<sup>[1]</sup>。”听鸿渐先生谈及茶效，嘉茗插言道，“先生所言极是，我国是茶的故乡，自先生《茶经》之后，国人饮茶之风更盛。现代药理学研究不仅证实了先生的论断，且又发现诸多新的药理活性。茶的药用价值往往与其中的茶多酚、生物碱(图4)、茶多糖、茶氨酸等有机物密切相关，此外，茶中钾、磷、镁、锰、氟、锌等浸出率高的矿物质元素也不容忽视，因为它们能有效补充人体微量元素，有益于养生保健。”

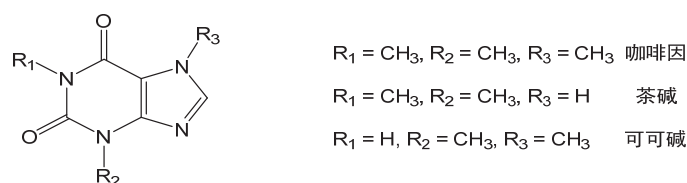


图4 茶中的几种生物碱

“化学与药学是紧密相关且相辅相成的两个学科，科研人员在侧重专业所长的基础上会将彼此的科研成果互为因果，有效地推动茶学的深入研究。”嘉茗边说边引陆羽来到化学学院科研室，迎面遇到Y博士，他正在进行脂溶性茶多酚衍生物的相关研究，谈及最初的科研思路，Y君坦言：“药学研究显示此类物质药用价值高，但不稳定、脂溶性差、生物利用度低。我们的研究主要是针对性提高茶多酚类物质的各种性能。”

“然则，君意欲何为？”看鸿渐先生露出担忧之色，Y君笑着说，“我们的思路是从分子结构出发寻找解决问题的突破口。我们知道茶多酚的活性多与其中的酚羟基，特别是连苯三酚上的羟基相关，但其缺点也是由此引起的，所以我们选择对分子进行结构修饰：保留部分或全部的酚羟基，同时通过糖苷化、酰基化等反应改变其结构，甚至还对苯环上H原子进行取代修饰，在保持药效的同

时, 增强稳定性、提高脂溶性<sup>[6,7]</sup>。”

望着陆羽和嘉茗专注的神情, Y君找来实验记录本, 指着上面的方程式说: “你们看, 我们可以先对儿茶素的酚羟基进行乙酰化保护, 然后通过与醇的Friedel-Crafts烷基化反应在苯环上引入长链烷基, 这样肯定就增加了脂溶性, 最后再经氨解脱除保护, 恢复酚羟基结构, 从而得到脂溶性的儿茶素(图5), 有效提高其生物利用度<sup>[8]</sup>。”

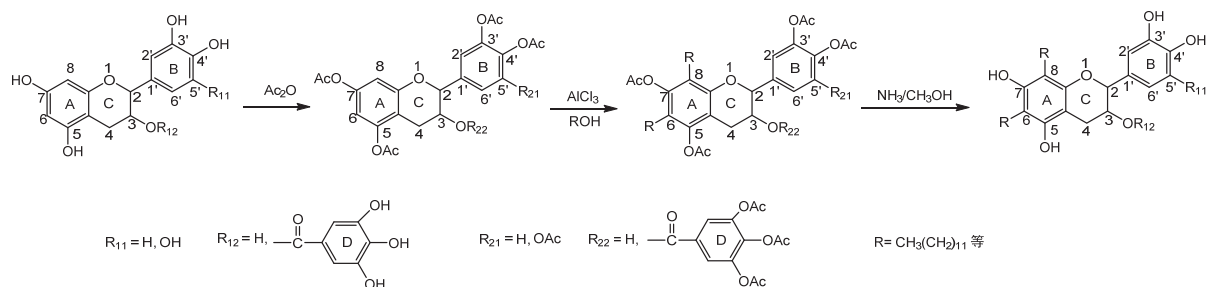


图5 一种脂溶性儿茶素的化学合成

陆羽闻言, 点头称是。Y君又朗声道: “当前, 有机化学已进入‘合成+组装’的时代。所以, 除了传统的化学合成, 另一种创新思路就是‘组装’。借助构建稳定的超分子体系经包合以改善药效。比如为降低茶叶中咖啡因自身及与其他分子间的相互作用, 有人就采用多种改性环糊精为载体、构建主-客体间的超分子包合体系, 结果也有效提升了药效<sup>[9]</sup>。”

鸿渐先生望向踌躇满志的Y君, 连连点头, “后辈诸生善思善行, 华夏之幸矣!”

## 2.4 基于茶叶药理活性之上的农学探究

听Y博士提及咖啡因, 嘉茗补充道: “国人爱茶, 但并非人人都能受用其中的咖啡因, 比如神经衰弱者、孕妇、儿童等特殊人群都望而却步! 为此科学家正积极探索各种脱除或降低咖啡因的制茶新工艺。值得关注的是, 我国农学工作者另辟蹊径, 他们从源头着手, 发现并培育了一种新茶树——可可茶<sup>[10]</sup>, 它咖啡因含量极低, 富含可可碱, 因结构中少了1-位的甲基(图4), 对睡眠基本没有影响, 同时保证了口感与其他成分的生物活性……”

鸿渐先生静静地听着嘉茗的介绍, 满目欣喜、口中赞叹: “一茶一世界, 人在草木间! 自唐以来, 国人爱茶、饮茶、品茶、研茶之风更盛, 今随华君一番游历, 所见所闻, 感慨颇多, 茶之世界博大精深, 后辈诸君勤思善行, 上承古籍, 下展新学, 必将发扬光大中国茶学。甚慰甚慰!”

## 参 考 文 献

- [1] 陆羽. 养生月刊, **2007**, 28 (9), 813.
- [2] 孙忠焕. 农业考古, **2016**, No. 2, 188.
- [3] 汪辉煌. 安徽农学通报, **2008**, 14 (16), 117.
- [4] 杨佳怡, 连宇晗, 胡向东, 王云侠. 大学化学, **2022**, 37 (9), 2204055.
- [5] 林智, 吕海鹏, 张盛. 中国茶叶, **2018**, No. 11, 1.
- [6] 刘冰冰. 脂溶性茶多酚衍生物的合成、表征、生物活性及热力学性质的研究[博士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2019.
- [7] 聂芊, 沈春燕. 化学世界, **2007**, No. 4, 209.
- [8] 陈荣义. 茶多酚的提取纯化及其改性的研究[博士学位论文]. 成都: 四川大学, 2005.
- [9] 冯志. 环糊精及其衍生物与药物形成的包合物的分子动力学模拟的研究[硕士学位论文]. 北京: 北京化工大学, 2010.
- [10] 闫振, 王登良. 安徽农业科学, **2021**, 49 (9), 1.