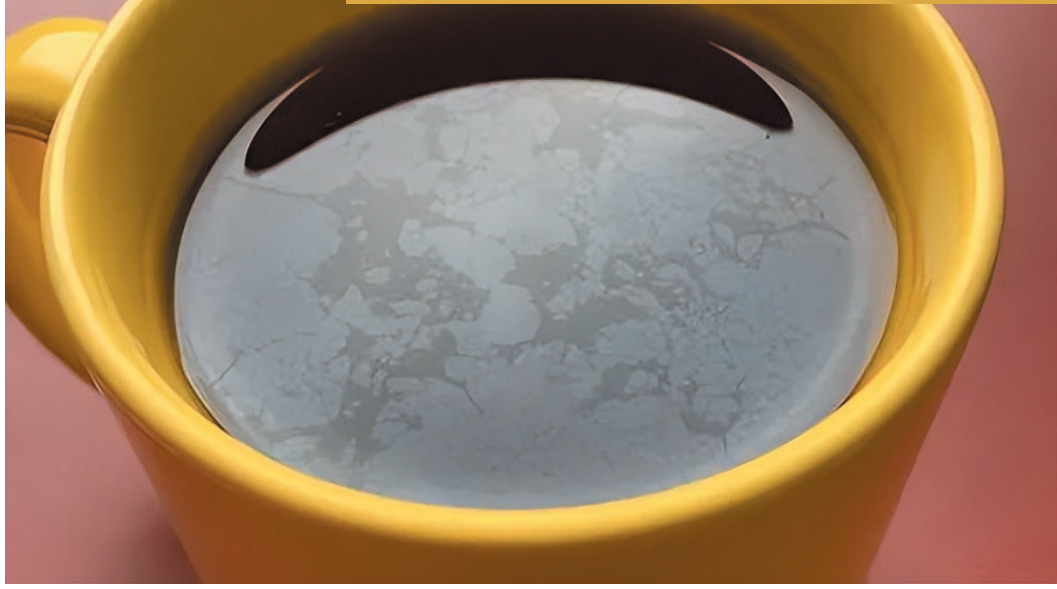


茶水表面有層膜，是茶髒了還是茶杯髒了？



“如果茶涼了，我會用微波爐熱一下再喝。”弗蘭茨爾是美國布林莫爾學院的化學家，她在一篇題為《化學家的一杯茶》的文章中寫道，涼茶表面會漂浮一層膜，這讓她難以下口——只好把茶重新加熱，或者在泡茶時先擠一點檸檬汁。

這層膜最初並沒有引起卡洛琳·賈科明的特別注意。直到有一個來自中國臺灣的同學對賈科明抱怨道，茶上面那層膜實在令他無法忍受，所以他打算再喝茶了。

賈科明是瑞士蘇黎世聯邦理工學院衛生科學與技術系的博士生，她加入的課題組主要研究有關介面（interface）的科學問題。在她和導師商量博士研究課題時，導師為她提供了一些值得研究的課題。令賈科明意外的是，“茶的介面”就列在其中，再加上之前和同學的談話，她決定親自研究這層膜。最終，她的研究結果發表在《流體物理學》雜誌上。

在賈科明的茶杯裡，她有時能看到泛著光澤的茶膜，有時則看不到。而且，如果等一段時間再去喝泡好的茶，會發現茶膜像冰層一樣裂開。但如果用肉眼看不到，這層膜就真的不存在嗎？膜的碎裂又與什麼因素有關？是否可以讓膜不發生破裂？

化學家“鋪”好的路

在20世紀90年代，有2位對茶情有獨鍾的化學家：邁克爾·斯皮羅和德格拉提烏斯·賈甘伊。他們一共寫了14篇有關茶的論文，其中有7篇在解釋關於茶膜的化學現象，包括化學組成和影響茶膜形成的多種因素，更重要的是，他們還為“茶杯裡有時能看到茶膜，有時則看不到”提供了化學動力學解釋。對科學家來說，實驗室是泡茶的絕佳場所——幾百毫升的玻璃燒杯是極好的茶杯，而恆溫的水浴鍋能讓他們相對精準地控制“茶”溫。斯皮羅和賈甘伊把紅茶茶包放進燒杯裡，用80°C的水沖泡5分鐘，

隨後將茶包取出，讓茶水靜置一段時間。

此前，有科學家認為茶膜是在用沸水沖泡茶葉時，茶葉上的蠟質層“浮”到了水的表面。但當斯皮羅和賈甘伊用實驗室裡的蒸餾水（無機物、有機物等雜質極少）泡茶時，並沒有出現茶膜。這說明，只依靠茶葉和較高的水溫並不能產生茶膜，水中的某些成分必然起到了關鍵的作用。他們通過進一步實驗證實，鈣離子和碳酸氫根離子是誘發茶膜形成的關鍵，但單單只靠鈣離子或碳酸氫根離子都不能讓茶膜“現身”，必須是二者的結合。

此外，酸鹼性和氧氣濃度也會影響茶膜的生成。例如，鹼性越大，即水的硬度越高，越容易形成茶膜。而且，如果把空氣換成氮氣，則很難看到茶膜，因此茶膜的生成必然涉及氧氣及氧化反應，這也是茶垢和水垢的區別之一。

與此同時，通過掃描電子顯微鏡、質譜分析、微量分析等多種測試手段，斯皮羅和賈甘伊進一步分析了茶膜的成分：茶膜其實是由有機物（主要含碳、氫、氧）和無機物（包括碳酸鹽和氫氧化物）組成的。其中，幾乎所有的鈣離子和鈉離子都來自水，鉀離子、鎂離子和鋁離子則幾乎全部來自茶葉。他們還特別說明，這層膜中的碳酸鹽和氫氧化物是以難溶化合物的形式獨立存在的，而有機物則為這些難溶的無機物提供了物理支撐——從掃描電子顯微鏡（SEM）上看，碳酸鈣顆粒就“待”在有機物的表面上。斯皮羅和賈甘伊還試圖寫出茶膜的分式。他們推測在靜置1小時後，一個“茶膜分子”會由約45個碳原子、50個氫原子、40個氧原子和2.7個二價金屬離子構成，摩爾品質甚至能達到1400克左右。要實現一個化學過程需要跨過多大的能量，即需要多少能量才能讓反應過程順利地進行下去，是化學家極為關心的問題。通過精確調控靜置時的茶溫，並根據阿倫尼烏斯方程，斯皮羅和賈甘伊計算出了形成

茶膜的活化能：34 kJ/mol。這是一個相對較高的能量，大於擴散所需的活化能（15.8 kJ/mol，根據斯托克斯-愛因斯坦關係計算得到）。擴散包括離子在溶液中的擴散，和氣體從空氣擴散到溶液中。只有在反應物經擴散後“碰面”並發生碰撞，即發生化學反應，才有可能形成茶膜。

但在用茶杯泡茶時，有時水溫很快就降了下來，因此茶膜還沒來得及形成，大量熱量就散失了。相反，如果用保溫較好的陶瓷茶壺泡茶，茶水散熱較慢，因此通常能看到茶膜，並會在茶壺內留下更多的茶垢，而這些富含礦物質（如鈣離子、鎂離子）的茶垢也能誘發下一次茶膜的生成。這一點與賈科明不謀而合。賈科明打趣道，要想在茶杯裡能一直看到茶膜，就最好別洗杯子。

通過流變學“看”茶膜

基於上面2位化學家的研究，賈科明想從流變學的角度觀察這層膜，並分析這層膜的力學性質，而非化學性質。

早在1678年，羅伯特·胡克就提出了胡克定律——對於固體而言，在一定的壓力下，材料的應力與應變（變形的程度）呈線性關係，這類材料被稱為胡克彈性固體。在胡克發表論文9年後，以撒·牛頓解決了剪切流體的流動問題，並提出了牛頓黏性定律（也叫牛頓內摩擦定律）。流體指的是液體或氣體，當流體在外力的作用下流動時，內部會產生抵抗外力的應力。牛頓指出流體的剪切應力與其流動速率之間呈線性關係，而符合這種規律的流體就被稱為牛頓流體，例如水和酒精。但事實上，並不是所有材料的運動都能用胡克定律或牛頓黏性定律來解釋。有一類材料，在一定條件下表現出胡克固體的特徵，如彈性形變（短暫的、能恢復原狀的形變），而在其他條件下，則表現得像流體一樣，即發生黏性流動（持續的、不能恢復原狀的流動）。流變學研究的就是這類怪異的材料。按照美國化學家尤金·賓厄姆的說法，流變學是一個研究材料變形和流動的新的學科分支。對於賈科明而言，她既想知道這層膜的彈性，也想知道它的黏性。再加上，這層膜位於水和空氣之間，因此她選用的是一種雙錐介流變儀。值得一提的是，要描述茶膜的力學性質，賈科明得用“模量”指標。與胡克和牛頓得出的定律類似，模量也是在衡量應力與應變之間的關係。此外，對於茶膜這類複雜材料，對應的模量分別是彈性模量（ G' ）和黏性模量（ G'' ），也可以叫做儲能模量和損耗模量。為了確定鈣離子的作用，賈科明準備了6種不同濃度的碳酸鈣溶液（0、10、25、50、100和200 mg/L），裡面幾乎不含其他金屬離子，並用這些溶液代替水來泡茶。令賈科明意外的是，她並沒有看到茶膜，但肉眼不可見的

膜卻被流變儀“看”到了。

賈科明發現，當固定剪切應力振幅（0.3%），做動態時間掃描時，對於碳酸鈣濃度為50、100和200 mg/L的溶液來說，茶膜的彈性模量大於黏性模量（ $G' > G''$ ），即呈固體狀；而當碳酸鈣濃度低於50 mg/L時，茶膜則呈流體狀（ $G'' > G'$ ）。也就是說，碳酸鈣的濃度越低，越能讓茶膜流動起來。另外，與斯皮羅和賈甘伊得到的結果相似的是，當用超純水（幾乎不存在金屬離子）泡茶時，不僅看不到茶膜，流變儀也檢測不到。

前文中提到，我們往往會看到碎裂的茶膜，因此賈科明就想看看究竟在多大的應力振幅下能讓這層膜裂開。如果用“模量”指示膜何時會碎裂（膜的強度），那就是當損耗模量大於儲能模量時。在這裡，相比於彈性和黏性，用儲能和損耗這組詞可以讓我們更直觀地感受到“為什麼膜會破裂”。當碳酸鈣濃度較高（100和200 mg/L）時，較低的剪切應力振幅（0.5%）就能讓茶膜碎裂，即 $G'' > G'$ 。然而，當碳酸鈣濃度降低到50 mg/L時，則需要更高的應力振幅（0.8%）才能讓茶膜裂開，因此以儲能為主（ $G' > G''$ ）的茶膜更有韌性而不易碎。但對於10和25 mg/L而言，無論應力怎麼變化，損耗模量一直大於彈性模量，此時的茶膜就像流體一樣，難以成型。

在賈科明眼裡，茶膜是一種有光澤且美麗的事物。因此，為了能看到這層茶膜，她在論文最後建議道：“不要洗茶杯”。

檸檬茶怎麼樣？

市面上最常見的一種茶當屬檸檬茶。這不僅是因為檸檬的風味，其背後還有一定的科學原理。斯皮羅和賈甘伊當時就已經發現檸檬酸能抑制茶膜的生成和生長。這是因為檸檬酸能與鈣離子等金屬離子發生絡合反應，從而降低游離的金屬離子的濃度，而鈣離子等是形成茶膜的關鍵。賈科明則發現，額外加入檸檬酸後，儘管看不到茶膜，但流變儀卻“表示”茶膜依然存在，不過此時茶膜的模量被降低，即檸檬酸能軟化茶膜，讓膜更易拉伸，同時還能增加其機械強度。

事實上，我們在瓶裝的茶類飲品中，不太可能用肉眼看到上面漂浮的一層膜，這大多是因為裡面含有檸檬酸或其他絡合物，這能起到抑制茶膜形成的作用。而且，當茶膜不可避免會出現時，例如在奶茶類飲品中，少許檸檬酸也能通過增加茶膜的機械強度來穩定茶膜。弗蘭茨爾寫道，每當她把檸檬汁擠到紅茶裡，都會讓她再次回到大學基礎化學的課堂上，並想起令她心頭一顫的期中考試題。當時，她的化學教授雪麗·羅蘭問他們：“檸檬為什麼會讓茶的顏色變淺？請寫出相應的化學方程式。”

Ariel Premium Supply, Inc.
www.arielpremium.com

我们正在寻找热爱生活、乐于工作的你!

招工种类:

<ul style="list-style-type: none"> • 生产部 • 数位印刷 • 网印 • 移印 <p>以上职位无需工作经验</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 数控机床CNC • 印前准备 • 印后包装 	<ul style="list-style-type: none"> • 仓储部 • 货运部 • 机械维修部 <p>以上职位需要相关背景或工作经验</p>
---	---	--

各班别有缺，晚班有班别加给。需有合法工作身份。

我们的优势:

- 灵活的上班时间 适合各类生活安排，让你工作生活两不误。
- 免费英文课 提升语言能力，助你更好地融入工作和生活。
- 友好的工作环境 多语言工作环境，让你在一个多元文化的氛围中工作，享受更多交流和学习的机会。
- 丰富多彩的文化活动 公司健身房、茶室、每月员工娱乐活动等，让你的生活更加充实。

全职员工专享福利:

- **免费医疗保险:** 为你的健康保驾护航。
- **有薪假日与休假:** 让你有更多时间陪伴家人，享受生活。
- **401K退休金计划:** 为你的未来提供保障。

加入我们，开启一段全新的职业旅程!

另外，想找实习机会的本科生或研究生也请联系我们，背景不限。请将简历和cover letter寄给我们，如有合适机会，我们会安排面试。

我们的联系方式:

- 电话: 314-743-0616
- 地址: 8825 Page Ave St. Louis MO 63114
- 邮箱: lydias@arielpremium.com
- Website: arielpremium.com

期待你的加入!

保險服務中心

代理多家公司 · 代尋最佳保費

直撥 314-363-8435 傳真 314-828-4008
2187 Pardoroyal, St. Louis, MO 63131

汽車

Auto

房屋

House

商業

Commercial

健康

Health

人壽

Life

餐館

Restaurant

紅藍卡長者保險

Medicare

奧巴馬醫保

Obamacare

陸勤

John Lu

通國、粵、英語

Email: johnlurx@gmail.com

中信會計事務所

(J&G Accounting & Tax Services)

二十多年會計及稅務工作經驗

國稅局報稅註冊

李建蘇

服務宗旨

電子報稅 快速到帳

公司財務 公司設立

其他財稅事項

服務宗旨

專業誠信 合法合規

價格合理 熱情周到

最大程度幫助合理避稅

電話: (314)243-5853 傳真: (314) 558-8348

電郵: jg.acct.tax@gmail.com

8517 Olive Blvd., St. Louis MO 63132 (聖路易新聞內)