

# 《科学大家》普洱茶中到底有没有致癌物黄曲霉素？

我喜欢喝茶，尤其爱喝普洱茶。前段时间读到方舟子的一篇科普文章《喝茶能防癌还是致癌》，其中说到了普洱茶含有致癌物黄曲霉素，这篇文章引用了前几年的两篇科技论文：2010年广州市疾病预防控制中心研究人员抽查了广州市场上的70份普洱茶样品，发现全都能检测出黄曲霉素；2012年南昌大学一名学生从南昌市场采集了60份普洱茶，全都能检测出黄曲霉素，其中7份超标。一口气读完老方的这篇文章，我不禁心中有点发毛，转身泡了杯普洱茶，给自己压压惊！

## 普洱茶和肝癌是否相关

捧着茶杯，我开始思考，普洱茶如果真的像那两篇科技论文所说的含有多种真菌毒素且浓度大大超标的话，以黄曲霉素尤其是B1的毒性之大，喝茶这么一个生活方式足以改写中国癌症的流行病学结果。流行病学知识告诉我，粮食中黄曲霉毒素污染率的高低与地区的肝癌死亡率呈正相关，而我国各省份中肝癌死亡率最低的是云南（普洱茶的产地），从普洱茶-肝癌相关性上看，似乎不支持普洱茶致癌的假说。

老方文章中提出的问题还是很重要的，值得认真研究一番。除这两篇论文外，迄今已经发表的关于检测普洱茶真菌毒素的文章有很多，但研究结果不一致，有的说没有，有的说微量，有的说很多。从这些结果上推测，普洱茶中的黄曲霉菌可能来自于运输、储存中的污染，而不太会是发酵工艺中的必然产物，因为后者的污染将使检测结果趋于一致。如果不是发酵中带来的污染，理论上无论黑茶、红茶、甚至是绿茶、咖啡都有可能受到真菌毒素的污染。我快速上网查了下其他茶叶产品的情况，很快查到不同的茶叶产品以及咖啡中都检测出真菌毒素。其中有一篇文章 (Emilia Ferrer et al., Simultaneous determination of mycotoxin in commercial coffee, Food Control 2015, 57:282-292) 报道：研究人员通过使用质谱法对西班牙超市中售卖的100种咖啡样本进行分析，测到多种真菌毒素，包括伏马菌素、黄曲霉毒素、单端孢霉烯和新兴真菌毒素（浓度范围为0.10-

3.570 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）。他们还发现有5个咖啡样本中赭曲霉毒素A超过当前的最大允许含量。

## 实验验证普洱茶中黄曲霉素含量

我做了几个假设，让实验室通过独立分析一批茶叶来给予证明。第一，普洱茶的制备工艺不产生黄曲霉素和其他真菌毒素，茶叶中含有的这几类真菌来自于后续运输和存储过程中的污染，所以我们同步检测普洱茶和其他如绿茶、红茶产品，应该会得到相类似的结果。有人做过普洱茶的渥堆模拟试验，将三组云南大叶种毛茶接种 *Aspergillus flavus*（一种菌），结果很有意思，对照组花生的黄曲霉毒素含量于第20天达最高峰（12,173 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ），接种 *A. flavus* 的毛茶中灭过菌的A组检出微量的黄曲霉毒素（1.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ），含量低于卫生标准，而未灭菌的B组及未接种菌的C组未检出黄曲霉毒素。这个实验可能需要进一步重复，它的结果是否提示黄曲霉菌并不适合在普洱茶发酵的微生态中生长？第二，实验室污染问题，这可能是导致检测结果不一致的一个重要原因。既然茶叶中有微量真菌，那么为什么实验室中就不会有呢？常见寄生霉菌广泛存在于温度为25-40 $^{\circ}\text{C}$ 的温暖地区，因此位于热带地区或者常温条件下的实验室容易受到污染，现在的实验室采用三重四级杆串联质谱，这些高灵敏度的分析仪器会因为实验设备、材料、试剂等微量真菌污染而产生假阳性的结果。事实上我们在实验室采用三重四级杆质谱开

始茶叶检测前的空白试验，都发现有真菌毒素，系统清洗并更换试剂后才去除这个因素。第三，检测方法的选择也很重要。我们是用开水泡茶，饮用的是茶汤，与玉米、花生等粮食相比在食用方法和用量上有着根本的差异，黄曲霉毒素是脂溶性的，但微溶于水，它溶解进入热水和有机溶剂的比例不一样，采用沸水提取法来模拟实际的饮茶方法（单次冲泡和多次冲泡茶叶取样），应该能更准确地检测茶叶中进入茶汤的霉菌毒素，而有机溶剂萃取法更适合检测食品中的霉菌毒素的含量。

我们购买了来自中国大陆、中国台湾、印度、日本等地的20种市售茶叶，分别为：中国产普洱茶（帝泊洱、贡霖祥、糯香普洱、中茶普洱、LUPICIA PUER TEA、2009年普洱熟茶、2016年普洱生茶）；中国产青茶（铁观音知福、铁观音私房茶、台湾东方美人）；中国产红茶金骏眉；中国产绿茶（千丈白毫、西湖龙井）；印度产红茶（LUPICIA MUSCAT、LUPICIA NILGIRI FOP、LUPICIA earl grey、English black tea）；南非产红茶 Vanilla bourbon tea；日本产绿茶（伊藤园绿茶、LUPICIA HOJICHA）。采用有机溶剂（乙腈-2%甲酸水（1/1,V/V））以及80 $^{\circ}\text{C}$ 热水两种方法提取20种茶叶中的真菌毒素，利用超高效液相色谱串联质谱（UPLC-MS/MS）法进行分析测定及方法学考察，检测各茶叶中黄曲霉毒素（B1、B2、G1和G2）、伏马霉毒素（FB1、FB2、FB3）和脱氧雪腐镰刀菌烯醇的绝对含量。

我们发现采用有机溶剂提取的检测方法，包括普洱茶、红茶、绿茶在内的多种茶叶产品都不同程



度检测到极微量的真菌毒素，其中黄曲霉毒素B2在6种茶叶产品中被检测到，黄曲霉毒素G1在4种茶叶中被检测到，伏马霉毒素FB1在3种茶叶中被检测到，伏马霉毒素FB2在一种茶叶中被检测到。其中毒性最强的黄曲霉毒素B1并未检测到。而80 $^{\circ}\text{C}$ 热水提取样本中，除在一种糯香普洱产品中检出微量的（0.15-3.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）伏马霉毒素B1和B2以外，其余所测样本中8种真菌毒素均未检出。

美国食品药品监督管理局以及中国国家标准GB2761《食品中真菌毒素限量》中规定食品、玉米、玉米制品、花生、花生制品中的黄曲霉毒素限量标准为20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ；脱氧雪腐镰刀菌烯醇在玉米、玉米面、大麦、小麦中的限量为1,000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ；伏马霉毒素欧盟限定标准为玉米和玉米制品中不得超过1,000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。我们实验室采用的两种提取方法检出的茶叶真菌毒素含量在0.15-7.41 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 之间，均未超过国

际食品安全规定的真菌毒素限量。总结一下，我们通过随机采样对20种市售茶叶的检测结果来看，有几个普洱茶产品含有包括黄曲霉毒素在内的真菌毒素，但低于限量标准，普洱茶产品所含的真菌毒素并不显著高于其他茶叶（红茶、绿茶等）产品。用热水法提取检测，在茶叶中所含的微量真菌毒素进入茶汤的量更少。

因为样本量的限制，这个检测结果并不能覆盖市场上其他的普洱茶产品。各种茶类饮品（因为农药、重金属、真菌代谢产物等潜在的毒素所构成）的安全性问题永远是一个大事，要从根本上解决这类问题，需要我们针对这些产品制定出一套科学、有效的卫生标准。有兴趣阅读我们的具体检测方法和结果的可以在网上下载文献，如文章中所说，我们希望这项工作能为今后茶叶产品制定包括真菌毒素指标在内的卫生标准提供一些前期的研究和技术基础。

# 神秘“球形闪电”被制造出来了！ 为可控核聚变铺平道路



据报道，科学家终于创造出了被称为Shankar斯格米子(Shankar skyrmion)的神秘粒子，距离它首次被理论提出已经过去了40多年。而且，科学家在这一过程中可能还模拟出了罕见的“球形闪电”现象——在量子尺度上。

研究者表示，这一发现不仅将

帮助解释风暴中出现球形电流的神秘自然现象，而且还可能为核聚变反应堆中获得更加稳定的等离子体铺平道路。

这项新研究由美国安默斯特学院和芬兰阿尔托大学的科学家合作完成。研究团队在极端低温的量子态气体中合成了一个三维的

也就是量子球形闪电，这很不可思议。”研究负责人，阿尔托大学的Mikko M?tt?nen说，“因此，天然的球形闪电有可能形成于普通的闪电之中。”

为了生成斯格米子，研究人员对每个原子的自旋进行极化，使其沿着一个自然磁场向上偏转。接

着，磁场突然改变，导致凝聚中途的磁场“消失”，然后原子的自旋开始以新的方向旋转。但是，当接近绝对零度，磁场指向所有方向时，原子的自旋就能创造出一种扭结结构，指向固定的方向。

研究人员称，尽管这种扭结结构可以松弛或移动，但无法被解开。“量子气体被冷却到极低的温度，形成了玻色-爱因斯坦凝聚，即气体中所有原子最终达到最小能量状态。”安默斯特学院的大卫·霍尔(David Hall)说，“处于这种状态的气体不再表现得和普通气体一样，而是更像一个巨大的原子。”

“这之所以是一个斯格米子而非量子扭结，原因不仅是自旋的扭转，还有凝聚量子态的反复缠绕，”霍尔补充道。研究人员还表示，原子自旋产生的扭结结构创造出了一个扭结的人工磁场，而这与球形闪电的特征相吻合。“我们需要更多的研究，才能确定能否用这样的方法创造出球形闪电。”M?tt?nen说，“未来的研究或许能找到使等离子体有效维持在一起的方法，并使稳定的核聚变反应堆成为可能。”

什么是球形闪电？

几个世纪以来，一直都有雷暴中出现球形闪电的记录，有的只有

高尔夫球大小，有的直径宽达数米。球形闪电的持续时间在1秒到几十秒不等。许多报告称，这种闪电会伤害甚至致人死亡，或者引起建筑物火灾。

在英国《每日邮报》于1936年收到的一份信件中，一位读者描述他看到一个“巨大、红色的火球出现在天空中”。“它击中了我们的房屋，切断了电话线，烧毁了窗棂，然后掉入了放在下方的一大桶水中，”信中如是写道。

浙江大学的学者提出，球状闪电的明亮闪光是由于微波被局限于等离子体空泡中产生的。

“在击向地面的闪电末端，会产生相对论性质的电子束，激起强烈的微波辐射，”研究者在发表于《科学报告》(Scientific Reports)期刊上的论文中写道，“后者会使局部空气电离，而辐射压力将生成的等离子体排空，形成一个稳定捕捉辐射的球形等离子体空泡。”

被捕获在空泡内部的微波会在一段时间内继续产生等离子体，并维持在球形闪电期间出现的明亮闪光。随着空泡内的辐射开始消散，这个火球会逐渐消失，而当微波泄漏时，球形闪电可能会剧烈爆炸。