宾州州立大学科学家开发出一分钟测试，可揭示为何单宁相近的葡萄酒口感不同

该方法可在2%误差内绘制单宁结构图谱，为酿酒师预测涩感提供比总酚含量更精准的工具

2026年6月22日星期一



宾州州立大学研究人员开发出一种测量赋予葡萄酒干涩、收敛口感化合物的新方法，旨在解决化学家和酿酒师数十年来一直面对的一个问题：为何单宁水平相近的葡萄酒在口腔中的感觉却可能大不相同。

这项研究聚焦于涩感，即许多红葡萄酒中常见的粗糙、干燥感。研究人员表示，酒庄目前使用的标准检测方法仍依赖于一种源自1927年的酚试剂方法，后来于1965年被改用于葡萄酒。这些测试将总酚含量作为单一数值来测量，但这一数字往往与品评者实际感受到的并不一致。

宾州州立大学团队表示，这一差距源于单宁的形状与数量同样重要，甚至更重要。在葡萄酒中，许多导致涩感的单宁是原花青素，由黄烷醇儿茶素构成的链状分子。这些链条在长度和结构上各不相同，

而这会影响它们与唾液蛋白结合的强弱。

当单宁与这些蛋白结合时，会削弱口腔中的润滑层。蛋白质会聚集并失去溶解性，从而产生与涩感相关的干涩拖拽感。更长、结构更缠绕的单宁链往往会更快带走润滑感，口感也更粗糙；而更短或折叠方式不同的链则可能带来更柔和的质地。

为捕捉这些差异，研究人员开发了一种名为“浓缩单宁碎片指纹法”（Condensed Tannin Fragmentation Fingerprinting）的方法。该方法利用高分辨率质谱将单宁分子打碎成片段，并识别其结构模式。团队采用了三种电压水平——30、110和140伏——使短、中、长单宁链都能在同一次分析中被测量。

研究人员在19种已知组成的实验室混合样品和8款市售苹果酒上测试了该方法。他们报告称，分子指纹与已知结构的匹配误差在2%以内。该系统还使他们能够计算平均聚合度，即平均链长的一项指标；他们认为这比简单的总单宁计数更有用。

这项研究发表在《Journal of Agricultural and Food Chemistry》上。

这些发现可能对葡萄酒生产商具有重要意义，因为它们提供了一种将实验室分析与感官质地更紧密联系起来的可能途径。这有助于提升酒庄的质量控制，因为生产者可以监测单宁结构在发酵、调配或陈酿过程中如何变化，而不必主要依赖品评小组和宽泛的酚类总量。

这种潜在价值在较冷凉的产区可能尤其突出。研究人员表示，来自宾夕法尼亚或斯堪的纳维亚等地的葡萄，通常比加利福尼亚或澳大利亚等较温暖地区的葡萄形成更少的果皮单宁和更短的籽单宁。因此，即便酒精度和颜色相似，葡萄酒也可能显得更轻盈。

到目前为止，这些地区的种植者和酿酒师往往不得不通过反复试验和品尝来调整发酵方式、橡木桶使用和调配，因为标准单宁数值并不能充分解释质地。宾州州立大学表示，其方法可在一分钟运行内给出读数，这可能使其适用于日常酒窖检查。该团队还在对一种手提箱大小版本的仪器进行beta测试，该设备设计为可放置在压榨机附近。

其影响可能不仅限于葡萄酒。原花青素链同样有助于茶、可可和黑巧克力的抗氧化特性，团队表示，他们正在将这一方法扩展到白葡萄酒、咖啡和啤酒花。对于更广泛的饮料生产商而言，这意味着有望出现更标准化的分析工具，将分子结构与感官感知联系起来，覆盖啤酒及其他植物基饮品等类别。

研究人员还表示，结构分析有助于澄清营养研究中关于适量饮用葡萄酒与心脏健康之间关系的一些不一致结果，因为它可以按形状区分单宁，而不是将其作为一个合并总量来测量。他们认为，这种方法也可能帮助研究人员审视有关葡萄酒与癌症风险之间关系的相互矛盾结果。