研究锁定绍兴黄酒标志性香气的两种关键化合物

研究人员通过化学分析、感官小组和受体建模，将愉悦香气与苯甲酸苄酯和乙酸 2-苯乙酯联系起来。

2026年9月30日星期三



研究人员披露了有关绍兴黄酒迷人香气成因的新细节，结合化学分析、感官测试和计算机建模，将这款中国传统米酒中的特定化合物与其可能激活嗅觉受体的方式联系起来。

研究结果发表在《Food Chemistry》上，聚焦绍兴黄酒——这种来自中国东部、以层次丰富的香气著称的知名米酒，其风味是在发酵和陈酿过程中逐步形成的。该研究旨在确定哪些挥发性物质在这股香气中起最大作用，并从分子层面解释这些物质可能如何被人体嗅觉系统识别。

论文称，研究人员使用气相色谱-质谱联用（GC-MS）分析了该酒的挥发性特征。这是一种用于分离和鉴定香气相关化合物的标准技术。团队还结合了感官评价小组，对人们感知到的气味特征进行评估，

并使用分子对接这一计算方法来估计某一分子与目标蛋白结合的强弱。在本研究中，目标蛋白是与愉悦香气感知相关的嗅觉受体。

研究发现，酯类、醇类和醛类是对绍兴黄酒香气影响最大的化合物类别之一。作者表示，对接结果通过显示关键香气化合物与嗅觉受体之间具有较强结合亲和力，支持了感官和化学数据，而这些受体与积极的气味反应相关。

根据论文的监测摘要，在研究强调的物质中，苯甲酸苄酯和乙酸 2-苯乙酯在研究的综合评估中得分最高。这使它们处于研究人员解释绍兴黄酒中某些风味为何会被感知为尤为愉悦的核心位置。业内已知，这两种化合物在风味和香精工作中可带来甜香、花香或柔和的芳香特征，不过具体感官效果会因浓度以及饮品更广泛的化学基质而变化。

这项工作属于食品和饮料科学中的一个更广泛趋势，即不再只停留在列出挥发性化合物。多年来，研究人员已经能够在发酵饮料中检测到数百种香气分子，但并非每一种可检测分子都具有同样的感官分量。有些分子只存在于微量，却能对感知产生强烈影响；另一些分子虽然含量更高，却对饮用者实际闻到的气味不那么重要。该研究试图将仪器分析、人类感官数据和受体层面的建模结合起来，缩小这一差距。

这一点很重要，因为香气是传统发酵饮料中最难控制的质量特征之一。绍兴黄酒的风格通过一个漫长的生产过程形成，受到原料、微生物活动、发酵条件和成熟过程的共同影响。上述任何一步的细微变化都可能改变最终的香气轮廓。更精确地描绘哪些化合物最重要，以及它们可能如何与嗅觉受体相互作用，有助于生产者更清晰地管理风味发展。

这项研究对黄酒以外的饮料行业也可能具有更广泛的意义。如果生产者能够更有把握地将特定香气化合物与感官反应联系起来，就可能在减少反复试错的情况下，更精细地调整发酵和陈酿工艺。这种方法或许同样适用于葡萄酒、啤酒、烈酒以及其他以香气作为品质、产品一致性和品牌识别重要组成部分的发酵饮料。就实际操作而言，它可能有助于指导酵母选择、工艺时机、储存条件或混酿策略，以重现所需的香气风格。

这篇论文也反映出人们对在风味科学中使用计算工具的兴趣日益增长。分子对接不能取代人类品评，但它可以为某些化合物为何格外突出提供一个合理机制。在这样的研究中，它充当了化学与感知之间的桥梁。研究人员不再止步于“哪些化合物存在”这一问题，而是可以进一步询问哪些化合物更可能与参与愉悦气味感知的受体结合，以及这些预测是否与小组评估相吻合。

原文称，这种整合方法为绍兴黄酒的风味化学提供了洞见，并可能支持质量控制和产品提升。对于一种兼具商业价值和文化重要性的饮品类别而言，这一点尤为值得注意。传统产品往往依赖工艺和长期积累的经验，但科学工具正越来越多地被用于记录并保存定义这些产品的感官特征。

绍兴黄酒长期以来因其浓郁香气而广受认可，但由于发酵酒挥发性物质的复杂性，这种吸引力的确切基础一直难以准确界定。这项研究进一步证明，这种酒令人愉悦的特征并非由单一气味决定，而是由一组关键化合物共同构成，其感官重要性可以从多个角度同时加以检验。通过识别可能影响较大的物质，并建模它们如何与嗅觉受体相互作用，研究人员为理解这款酒为何会散发出这样的气味提供了一个更为细致的框架。