研究发现热处理有助于恢复白腐葡萄酿造的葡萄酒品质

研究人员报告称，受感染葡萄使挥发性化合物减少20%，而热浸渍在发酵前降低了关键异味

2026年7月2日星期四



一项7月1日发表在《LWT》期刊上的新研究发现，由感染了 Coniella vitis（引发葡萄白腐病的真菌）的葡萄酿成的红葡萄酒，风味更弱、异味更多，但两种发酵前处理——热浸渍和微波浸渍——有助于恢复部分酒质。

这项研究由山东省葡萄研究院及其他中国机构的科学家完成，所用葡萄为产自中国山东的摩尔多瓦（Moldova）葡萄。研究团队考察了白腐病如何影响葡萄酒的化学组成和香气，以及受感染果实是否仍可更有效地利用，而不是直接弃置。白腐病是温暖多雨地区常见的葡萄园病害，已被认为每年造成至少16%的产量损失。

作者使用接种了 C. vitis 的葡萄，并将受感染果实与健康果实混合，使整批葡萄中有20%患病。这个感染水平很重要，因为此前研究表明，白腐病可能在大致这一范围开始影响葡萄酒品质，不过检测结果取决于品评者和葡萄酒风格。

在主要试验中，研究比较了四款葡萄酒：一款由健康葡萄制成、在室温下浸渍的对照酒；一款由受感染葡萄制成、同样在室温下浸渍的葡萄酒；一款由受感染葡萄制成、在发酵前以60°C热处理6小时的葡萄酒；以及一款由受感染葡萄制成、在发酵前以1024瓦微波处理3分钟的葡萄酒。

最明显的结果是，感染同时改变了口感和香气。未经任何纠正处理的受感染葡萄酒，其酸味、涩感和咸味都低于对照酒，整体口感也更平淡。在香气方面，感染使总挥发性有机化合物减少20%，并使葡萄酒偏向草本、泥土和化学气息，而这些通常被视为年轻红葡萄酒的缺陷。

研究人员发现，感染还改变了葡萄酒的酚类组成。未经处理的受感染葡萄酒总酚含量上升，但其组成发生了与结构和风味相关的变化。一些非花青素类黄酮增加，另一些则下降，表明真菌感染改变了葡萄成分在发酵前及发酵过程中被分解或转化的方式。研究还报告称，与植物防御相关的化合物增加，包括与白藜芦醇相关的物质。

颜色的变化没有风味那么明显。作者测量了标准CIELab色值，发现不同处理之间只有细微差异。尽管热浸渍和微波浸渍使部分参数向较少红色、略偏砖红的方向变化，但整体视觉差异仍低于1个CIELab单位，这意味着大多数饮用者用肉眼几乎不会察觉。

这些处理带来更明显差异的地方在于口感恢复和香气重建。与未经处理的受感染葡萄酒相比，热浸渍和微波浸渍都提高了若干单体酚含量，并改善了电子舌分析测得的大多数味觉信号。提升尤其体现在与涩感和苦味相关的余味指标上，同时葡萄酒保持了整体平衡，而没有变得粗糙。

微波处理对味觉强度的影响更广。论文称，它提高了受感染葡萄酒中几乎所有测得的味觉值。热处理也改善了口感，但在抑制异味方面表现得更为突出。

香气数据解释了原因。与未经处理的受感染葡萄酒相比，两种处理都提高了高级醇、乙酸酯、醛类、脂肪酸和总挥发性化合物含量。乙酸酯尤其重要，因为它们与葡萄酒中的果香密切相关。在两款经处理的葡萄酒中，乙酸酯水平都比未经处理的受感染样品高出50%以上。

有几种化合物成为改善的关键标志：丁酸乙酯、乳酸乙酯和辛酸乙酯在处理后均有所增加，并与更明显的果香相关。统计模型还指出，壬醛和甲硫醇是解释不同葡萄酒之间差异的重要化合物。

这种区分很重要，因为并非所有变化都是正面的。在未经处理的受感染葡萄酒中，甲硫醇含量超过了其嗅觉阈值。该化合物与卷心菜、熟土豆和大蒜气味有关。壬醛也随感染增加，并带来青味或辛辣气息。研究发现，热浸渍能够抑制感染导致的甲硫醇和壬醛上升，而微波处理在这些特定异味上的纠正效果并不相同。

这使热处理在一个重要方面占据优势。虽然两种方法都比未经处理的受感染果实更能改善香气，但热浸渍形成的风味轮廓更接近由健康葡萄酿成的对照酒。微波处理产生了更广泛的果香酯类，但在减少与病害相关的某些草本或蔬菜样气息方面效果较弱。

研究人员使用主成分分析和正交偏最小二乘判别分析，对各样品中的全部挥发性化合物进行比较。这些工具显示，经热处理的受感染葡萄酒与健康葡萄酿成的葡萄酒聚类更接近，而经微波处理的葡萄酒

则没有那么接近。就实际意义而言，这表明热浸渍可能更有助于恢复与优质果实相关的香气特征。

这篇论文也为种植者和酒庄面临的一个更广泛问题提供了更多细节：当病害已经出现但并非全面爆发时，该如何处理受病果实。真菌病害会降低产量和品质，但当果实无法鲜销或用于酿酒时，也会造成浪费。作者表示，他们的发现提供了新的证据，说明如果在生产早期调整酿造技术，一些受感染葡萄仍可被合理利用。

这项工作并不意味着病果会与健康果实等同，也不意味着每家酒庄都应在不加谨慎的情况下处理受感染批次。实验是在受控的小规模微型酿造条件下进行的，仅使用一个葡萄品种、一个病原菌株和一个感染水平。不过，结果为应对白腐病压力的酒庄指明了一个实际方向：有针对性的发酵前浸渍可能有助于恢复果实特征并减少部分感官损伤。

对生产者而言，最相关的结论或许是，这两种方法解决的是问题的不同部分。微波浸渍增强了味觉表现，并提升了果香酯类。热浸渍同样改善了香气强度，但在限制感染带来的绿色和硫样异味方面作用更大。在这项研究中，当使用受感染葡萄时，两种方法都优于标准室温浸渍。

作者表示，未来研究应更深入地考察 C. vitis 在代谢层面如何损害葡萄品质，以及是否可以通过筛选高酯产量酵母菌株，进一步改善由受损果实酿成的葡萄酒。