研究人员在实验室发现3种酵母菌株可抑制顽固的葡萄酒败坏菌

3株Lachancea酵母可抑制六个遗传群体中的Brettanomyces bruxellensis，且不影响商业酿酒启动菌种。

2026年10月8日星期四



研究人员发现，Lachancea属的3种酵母菌株在实验室测试中能强烈抑制葡萄酒败坏酵母Brettanomyces bruxellensis，为控制葡萄酒行业最顽固的微生物问题之一提供了一种潜在的新途径。

这项研究于周三发表在《OENO One》期刊上。研究考察了某些Lachancea酵母是否会对B. bruxellensis产生所谓的杀手活性。该物种会导致葡萄酒出现异味，而且能在抑制其他微生物的环境中存活。研究人员表示，这项工作旨在探索化学防腐剂的生物替代方案，尤其是考虑到部分B. bruxellensis菌株对二氧化硫具有耐受性，而二氧化硫是该行业主要的防护手段之一。

B. bruxellensis普遍被视为干红葡萄酒中的主要败坏微生物。它能产生挥发性酚类及其他不良化合物，带来常被形容为药味、烟熏味、皮革味或类似牲畜圈舍的气味。它还可能在酿酒过程中持续存在，并在后续陈酿时再次出现，因此一旦发生污染，就很难控制。

在这项新研究中，研究人员从六个主要遗传群体中选取29株B. bruxellensis菌株，测试了17株Lachancea分离株对它们的抑制作用。他们还测试了这些Lachancea酵母对其他与葡萄酒相关物种的影响，其中既包括败坏酵母，也包括有益酵母，并测试了9种商业酿酒启动菌种。实验在经调整至pH 3.5的葡萄汁琼脂培养基上进行；作者称这一酸度水平可代表葡萄酒的平均酸度，实验温度为24° C。

17株Lachancea分离株中有10株对败坏酵母表现出一定程度的生长抑制作用。但其中3株对B. bruxellensis的抑制效果尤为突出：它们能稳定抑制该目标物种的六个主要遗传群体。这3株分别为Lachancea thermotolerans CTL 302、Lachancea thermotolerans CTL 277和Lachancea waltii NRRL Y-8285。

研究称，这3株菌对受测B. bruxellensis菌株造成了持续性的生长抑制。对酿酒师同样重要的是，研究人员报告称，这3株Lachancea酵母对试验中纳入的任何商业酿酒酵母都没有表现出杀手活性。这一结果表明，它们可能具有作为选择性生物防控剂的价值，因为若防控微生物也会伤害启动菌种，就更难用于生产。

作者还测试了乳酸是否可能解释观察到的抑制作用。Lachancea thermotolerans以产生乳酸而闻名，乳酸会影响葡萄酒酸度和微生物活动。但在这项研究中，浓度为3g/L至18g/L的乳酸均未能有效抑制受测败坏酵母。研究人员据此得出结论，乳酸并非产生杀手效应的原因。

为进一步了解抑制作用的成因，研究团队分析了活性最强的3株菌所产生的浓缩上清液，并对其进行加热处理和胃蛋白酶酶解处理。根据这些测试，抑制性化合物的作用方式更像杀手毒素，而非单纯的酸化效应。这一点很重要，因为杀手毒素是能够靶向其他酵母的分泌分子；如果它们在实际生产条件下仍保持活性，就有望成为微生物防控手段。

这项研究为日益增多的探索增添了新进展，相关探索旨在寻找二氧化硫及其他传统B. bruxellensis防控方法的替代方案。过滤和酒窖卫生等物理措施仍是酒庄的常规做法，但未必总能实现持久控制。壳聚糖和新型物理处理等其他方法在某些条件下也可能奏效，但效果或许取决于菌株类型、pH或法规限制。

论文还将这一问题置于更广泛的遗传背景中考察。B. bruxellensis并非单一、同质的防控对象。该物种包含多个遗传群体，与不同的基质和倍性水平相关；此前的研究显示，这些群体对防控措施的反应可能各不相同。大多数菌株为二倍体，但约40%还带有一套额外的单倍体基因组，属于三倍体。这种多样性有助于解释为何某种处理对一个菌株有效，却可能对另一个无效，也说明在提出商业化解决方案前开展广泛筛选十分重要。

研究指出，为防止B. bruxellensis造成败坏而建议采用的现行二氧化硫目标值，在pH高于3.5的葡萄酒中可能难以达到。作者还提到，早前研究表明，长期大量依赖二氧化硫或许促使耐受性更强的B. bruxellensis群体被筛选出来，尤其是A2和D1/D2群体。在此背景下，一种能够抑制多种遗传特征不同的菌株、又不干扰目标发酵酵母的生物防控工具，可能对生产商具有价值。

对饮料行业而言，尤其是面临发酵或陈酿期间败坏风险的酒庄，这些结果指向一种潜在的生物防护方式，或有助于减少损失并降低对化学防腐剂的依赖。在担忧亚硫酸盐耐受性的情况下，这种方式可能

尤其值得关注。不过，目前的发现仅限于受控实验室条件；研究并未证明在发酵罐、橡木桶或瓶装葡萄酒中也会出现同样的效果。

论文的核心提醒正是这一点。作者称，这3株Lachancea酵母是有潜力的生物防控酵母，但也指出仍需在实际酿酒条件下开展更多研究。固体培养基上的实验可以显示抑制作用是否存在，却无法完全重现商业酿造中的种种压力，包括乙醇浓度、营养竞争、氧气暴露、二氧化硫、混合微生物群落，以及葡萄酒陈酿所涉及的漫长时间。

这项研究发表之际，非Saccharomyces酵母在酿酒中的关注度不断上升，其作用不仅体现在香气和口感上，也涉及微生物管理。Lachancea thermotolerans的部分菌株已用于商业生产，以调节酸度平衡，尤其是在葡萄含糖量较高、酸度较低的温暖产区。如果同属菌株还能帮助抑制败坏微生物，显然会引起行业兴趣，前提是它在实验室之外也能稳定、安全地发挥作用。

此前已有报告描述其他酵母具有抗Brettanomyces活性，但受实际应用缺陷影响，可选方案有限。有些微生物并非从葡萄酒环境中分离出来；有些本身也被视为潜在的败坏酵母；还有一些对乙醇或二氧化硫敏感，因此在生产后期的实用性有限。这项新研究的突出之处在于，它测试了范围广泛的B. bruxellensis菌株，并发现3株Lachancea酵母不会伤害所评估的商业酿酒酵母。

研究人员接下来需要确定，这些特性在实际发酵和陈酿过程中能否保持，以及杀手活性在葡萄酒复杂的化学与微生物环境中是否仍然有效。