

# 奇妙的微生物：从微生物

如果你有幸去过泸州老窖1573国宝窖池群，你一定会很容易联想到，那高高隆起的黄泥窖帽之下，数以亿计的微生物种群正在努力生长，代代繁衍。很难想象，这些人类肉眼不可见的微小生物，已经在这方寸天地之间繁衍生长了450年。也正是它们悄无声息的贡献，浓香白酒从这里开始，广开枝叶，普泽天下。

作为蝉联五届中国名酒称号的浓香型白酒，泸州老窖拥有1573国宝窖池群和泸州老窖酒传统酿制技艺两大活态酿酒文化资源。据统计，目前由国家文物局批准的属全国重点文物保护单位的老窖池，90%以上在泸州老窖。其中始建于公元1573年的国宝窖池群，自建成起已持续酿造450年。1996年经国务院颁布为“全国重点文物保护单位”，是名副其实的“活文物”。解密浓香型白酒窖池微生物的多样性，发掘老窖窖池的微生物资源，是认识和理解浓香型白酒主体风味物质形成基础的重要工作。

2019年，泸州老窖窖泥微生物研究获得突破，首次从老窖泥中分离出新菌种，并命名为“老窖梭菌”和“老窖互营球菌”。

2022年，国家固态酿造工程技术研究中心主任沈才洪正高级工程师团队与中国科学院微生物研究所李寅研究员团队联合，在泸州老窖老窖池中发现了一株乳杆菌新种，定名为“老窖乳杆菌”。该新种是迄今为止自然界最小基因组乳杆菌，该菌株的研究为深入理解微生物如何适应老窖窖池环境并在酿造过程中发挥作用提供了新的视角。

“老窖乳杆菌”的发现，再次证明，连续使用的窖龄越老，窖池，窖泥中的酿酒微生物多样性越丰富，参与酿酒生香的微生物越多，白酒的风味物质越丰富。

2023年5月10日，该研究成果以《比较基因组研究揭示老窖乳酸杆菌对富碳水化合物环境的实应性(Comparative genomic analyses reveal carbohydrates-rich environment adaptability of *Lentilactobacillus laojiaonis* sp. nov. IM3328)》为题在线发表在国际期刊Food Bioscience。



Comparative genomic analyses reveal carbohydrates-rich environment adaptability of *Lentilactobacillus laojiaonis* sp. nov. IM3328

Qinwei Zhao<sup>a,b</sup>, Huawei Zhu<sup>a,b</sup>, Xi Tong<sup>a,b</sup>, Guanhui Bao<sup>a</sup>, Suping Yang<sup>a</sup>, Songtao Wang<sup>a,c</sup>, Caihong Shen<sup>a,d</sup>, Yin Li<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Key Laboratory of Microbial Fermentation and Biotechnology, State Key Laboratory of Microbial Metabolism, Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China

<sup>b</sup> Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China

<sup>c</sup> Lantian Lantian Co., Ltd, Lantian, 640000, China

<sup>d</sup> National Engineering Research Center of Solid State Fermentation, Beijing, 100049, China

<sup>e</sup> Wuhan Institute of Virology, Center for Research and Vaccine Development and Biotechnology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072, China

这是“老窖酿好酒”的又一科学实证。经数百年持续酿造，窖池中含有的微生物经过不断驯化、繁衍、富集，形成了优越的生态系统，其微生物种类繁多、数量庞大，成为中国泥窖酿酒工艺研究的极限样本，成为名副其实的“中国第一窖”。

## 微生物，微小而庞大的酿酒军团

在中国的美食地图上，利用微生物发酵制取的食物多不胜数。酱油、醋、腐乳等，无不是古人经验智慧的结晶。现代科学研究表明，传统发酵食品具有较高的营养价值和独特的风味，其中最大的功臣当属微生物。

古人在保存食物的长久历程中，摸索出让食物与时间共存的千般妙法。《舌尖上的中国》在“时间的味道”中讲，“酒、醋、酱油、腐乳、豆豉、泡菜等，都有一个共同点，它们都具有一种芳香浓郁的特殊风味。这种味道是人与微生物携手贡献的成果。”这种人与微生物的合作，让原本寻常的粮食、谷物产生出奇妙的味道，为人类文明带来惊喜。

《尚书》记载：“若作酒醴，尔惟曲蘖。”在上古时代，曲蘖指的就是酒曲。随着酿酒技术进步，曲蘖分化为曲（发霉谷物）、蘖（发芽谷物），用蘖和曲酿制的酒分别称为醴和酒。

中国是世界上最早以制曲培养微生物，从而酿造出一杯好酒的国度，因此，酿酒师傅们在制曲、酒醅发酵中深谙微生物的巨大能量。正是在酿酒师傅们的手中，这支微小而又庞大的酿酒微生物军团为美酒香味生产出“醇、酸、酯、醛”等深刻影响白酒风味的物质。

窖泥微生物的多寡与活跃程度，直接影响着白酒的品质。现代科学研究已经证实，酒曲、酒醅，与诞生在窖池中的微生物一道，成为酿造一杯好酒的关键。

浓香白酒核心生产工艺在于续糟发酵，泥窖池中的酒糟在黄泥和水密封之后，酒糟中的营养成分滋养出大量酿酒菌群，方寸泥窖成为微生物繁衍生长的天堂。

在充分的密封环境下，厌氧的酿酒菌群将产生大量的醇、醛、酸、酯等香味物质，伴随蒸馏过程进入酒中，赋予酒液各种典型香味。

在中国辽阔的浓香版图上，也因地理环境的不同，驯化出各自不同的微生物菌群，从而酿出了风味不同的浓香流派。



▲ 酿造过程酒糟与窖泥微生物群落结构与演替规律差异分类图

## 泥窖生香，老窖出好酒

众所周知，浓香、清香、酱香是中国白酒的三大基础香型。从三大香型采用发酵容器的材质来看，清香型白酒采用“陶质地缸”，其“地缸发酵、清蒸清烧、清蒸二次清”的工艺特征是顺应黄河流域气候特点的结果。

北方多干旱，气候干燥，土壤保水性差，故以“陶质地缸”为发酵容器，保温的同时避免黄

水渗漏。而黄河流域冬天寒冷，部分微生物难以繁衍和生存，因而微生物的多样复杂性是不及浓香、酱香的。

酱香型白酒，是赤水河流域微生态环境孕育和独特的高温堆积发酵工艺共同作用的结晶。因当地地势陡峭，山多土少，故窖池绝大部分采用石窖。

