

# 糖化酵母菌株

## S. cerevisiae var. diastaticus 是什么？



啤酒麦汁含有不同类型的糖（图 1），但并非所有糖都能被酵母同等代谢。大多数酿酒酵母菌株会代谢葡萄糖、麦芽糖和麦芽三糖。对于这些菌株，不可发酵的糊精有助于啤酒的甜味和酒体。由于糊精占原始糖组分的 20-30%，这对应于大多数酿造菌株的最终发酵度为 70-80%。一些天然菌株不代谢麦芽三糖（如一些英式菌株，如 LalBrew Windsor™（拉曼温莎酵母）和 LalBrew London™（拉曼伦敦酵母）），并且在成品啤酒中表现出更低的发酵度以及更多的甜味和酒体。

一些野生酵母菌株除了能够代谢较小的糖组分外，还能够代谢糊精，并实现 >90% 的发酵度。一些酿酒酵母变体也能够代谢糊精以实现非常高的发酵度，这些菌株被称为 S. cerevisiae var. diastaticus（糖化酵母菌株），具有编码葡萄糖淀粉酶的 STA（1、2 或 3）基因，该酶能将糊精分解成较小的可发酵糖。一些糖化酵母菌株已被驯化用于需要更高发酵度的农舍/塞松风格的啤酒。

糖化酵母菌株通常具有较高的耐酒精性能并且能够在高温下发酵。葡萄糖淀粉酶耐热，有些即使在巴氏杀菌后仍能保持活性。如果不遵守严格的卫生规程，这些强大的糖化酵母菌株可能会在啤酒厂中产生交叉污染的风险。发酵期间葡萄糖淀粉酶被分泌到啤酒中，因此通过这种酶释放的单糖可以被任何酵母菌株利用。用普通酿造酵母发酵的啤酒中感染糖化酵母菌株可能会导致过度发酵、酒精含量较高、过度碳化、瓶子或拉罐爆炸以及可能的酚类异味（图 2）。但如果处理得当，S. cerevisiae var. diastaticus（糖化酵母菌株）是一种极优秀的酵母，可以生产出风味极佳的干啤酒。

## 糖化酵母菌株污染的常见来源

在许多环境中都能发现糖化酵母菌株，因此，清洁和卫生对于避免糖化酵母菌株污染非常重要。我们建议您与当地的化学清洗剂供应商进行交谈，以建立有利于您的啤酒厂和特定需求的清洁和卫生方案。

### 来源

糟糕的卫生情况：

- 玻璃瓶/易拉罐灌装线（> 70%在报告的事故中占比例）
- 糖化车间
- 发酵车间
- 储存车间

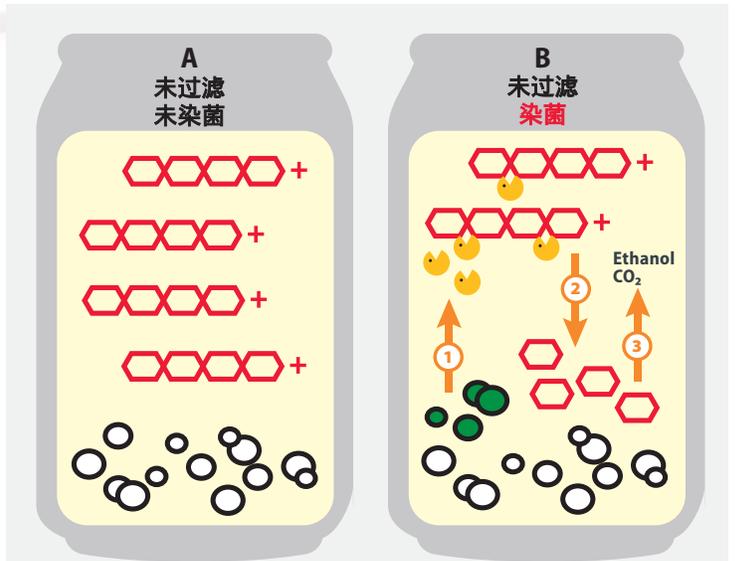
原材料：

- 受污染的酵母
- 受污染的酒花（酒花干投）
- 添加未经杀菌的辅料（水果，果汁，香料）

\* 和您的原料供应商核实关于他们怎么避免和控制糖化酵母菌株污染的相关信息。

		% 普通啤酒麦汁
	葡萄糖	10-15
	麦芽糖	50-60
	麦芽三糖	15-20
	糊精	20-30

图1. 普通啤酒麦汁的典型糖组分



在未过滤，未巴氏杀菌，染菌的啤酒中

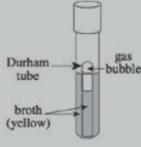
- 过度发酵
- 高的酒精含量（可能违反监管规定）
- 过度碳化以及产生喷涌
- 包装后爆瓶
- 可能的酚类异味

图2. 污染了糖化酵母菌株能造成包装好的成品啤酒中产生进一步的发酵 (A) 没有糖化酵母菌株，糊精存在于成品啤酒中 (B) (1) 污染了糖化酵母菌株（绿色）释放出葡萄糖淀粉酶（橘黄色）(2) 葡萄糖淀粉酶将糊精分解成小分子可发酵性糖 (3) 小分子糖继续发酵带来酒精和二氧化碳的升高 图片来自于 Dr. Matt Farber, University of the Sciences.<sup>1</sup>

# 糖化酵母菌株

## 怎么样检测糖化酵母菌株？

即使在非常低的水平（<10 个细胞/ml），糖化酵母菌株也会由于能代谢糊精而导致过度发酵。因此，检测糖化酵母污染是任何啤酒厂 QC 计划的重要组成部分，特别是对于确定已经有使用糖化酵母菌株的啤酒厂。如下检测糖化酵母污染的方法，每种方法都有自己的优点和缺点。

名称	方法介绍	优点	缺点
LCSM 培养基	林氏硫酸铜培养基—用于酵母或啤酒样品中对野生酵母种群的检测和定量测定。	· 成本低	· 非糖化野生酵母菌株可以在该培养基上生长，造成结果错误 · 样品量少
淀粉培养基	淀粉作为碳源的培养基-糖化酵母可以在培养基上生长，其他酿酒酵母不能生长。	· 成本低	· 样品量少 · 只能检测存在或者不存在（无专一性）
PCR 基因检测	PCR 是一种常见的实验室技术，可以检测是否存在特定的 DNA 片段。	· 快速而具体的结果 · 通过繁殖样品细胞可以获得更高的灵敏度 · 可以用来检测特定菌株	· 投资费用高，大约10万元 · 不能定量 · 样品量低（可以通过繁殖增大样品量）
实时 PCR (qPCR)	实时 PCR 是一种更灵敏的 PCR 检测技术，用于定量检测存在于样品中的目标 DNA 数量。	· 比普通PCR更精确 · 比普通PCR更快速 · 能够检测特定菌株 · 可定量 · 通过繁殖增大样品量可达到更高的精确度（不可定量）	· 投资费用相当高，大约50-80万 · 样品量低（可以通过繁殖增大样品量）
改良德汉管检测	这是一个简单的测试，通过将 1g 酵母样品添加到 2% 的糊精溶液（或完全发酵的啤酒中）并监测产生的气体 2 周的时间。 	· 成本低 · 可检测出微量的糖化酵母细胞 (< 10个糖化酵母细胞) <sup>3</sup>	· 等待时间长（长达2周） · 样品必须不含其他可发酵性糖 · 样品量低
Ankom 测试	摇瓶测试，类似于改良德汉管检测，检测从 25g 样品中生产的气体。	· 更短的等待时间 · 更多的样品量 (25g vs 1g 对于改良德汉管检测)	· 样品必须不含其他可发酵性糖
感官和检测	将包装好的样品存放在室温环境中长时间（至少到货架期）持续监测感官特征的变化和酒精以及二氧化碳含量的变化。	· 不需要额外的特殊设备	· 等待时间很长 - 问题可能还没检测出来，产品已经销售给顾客了。 · 需要给每批啤酒留样足够的储存空间 · 记录感官品评，费时费力

需要更多检测糖化酵母的方法请联系我们的技术团队 [brewing@lallemand.com](mailto:brewing@lallemand.com)

## 拉曼干酵母生产中的糖化酵母监控

每次生产拉曼干酵母产品后都要评估其是否被糖化酵母污染，包装后再次进行检测。我们使用四种测试方法：LCSM 培养基、繁殖后的实时 PCR (qPCR) 与改良德汉管检测和发酵测试后进行感官评估。任何水平的糖化酵母试验阳性都会导致该批次被拒收。此外，已经量产的糖化酵母菌株是在单独的设备中生产的。拉曼酿造干酵母可通过批号进行追溯，这使我们能够在啤酒厂出现过度发酵问题时重新测试特定批次的保留样品，从而更好地支持啤酒制造商。

## 酿造农舍/Saison类型啤酒不使用糖化酵母菌株的方法

一些酿酒商选择不使用已经存在的糖化酵母产品，以降低交叉污染的风险。无需使用传统的糖化酵母，就可以生产出类似于传统农舍/Saison 风格的啤酒。为此，请选择产生果味酯和辛辣酚的酵母菌株（即 LalBrew Abbaye™（拉曼修道院酵母）或 LalBrew Farmhouse™（拉曼优化农场酵母））并改进酿造工艺以实现更高的发酵度。有几种方法可以用非糖化酵母实现更高的发酵度，包括降低投料温度、使用辅料或添加外源葡萄糖淀粉酶。

<sup>1</sup> Farber, M., 2018, Development of a selective medium for detection of *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus* in the brewery, Brewing Summit, August 12–14, 2018, San Diego

<sup>2</sup> Meier-Dörnberg, T., Jacob, F., Michel, M., & Hutzler, M. (2017). Incidence of *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus* in the Beverage Industry: Cases of Contamination, 2008–2017, 54(4), 140–148.

<sup>3</sup> Fischborn, T., 2018, Detection of low concentrations of *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus* in a high population of *S. cerevisiae*, Brewing Summit, August 12-14, 2018, San Diego