

奥高布殊柠檬酸装置

技术许可

奥高布殊闻名於其尖端的柠檬酸工艺的开发和工业应用。它是领先全球的柠檬酸装置技术供应商。我们不止提供先进的技术，而且还能按客户和市场需求量身定制方案。客户也受惠於我们是唯一一家独立自主（奥高布殊并非柠檬酸生产商）并拥有专有工艺和工程知识的工程公司，

凭借我们在国际上数十年的项目建设经验以及在多年来建造柠檬酸装置的参与，奥高布殊具备专业知识和能力，能够由始至终执行与柠檬酸装置项目

目建设相关的所有工作。

如何从我们的专业知识中受益

我们可以协同其他生物工艺或技术以提供高性能的生产技术。我们的客户尤其受益于：

- | 独立自主（非柠檬酸生产商）的专有技术和工程知识
- | 适用于工业柠檬酸发酵的专有微生物菌种（黑曲霉）
- | 孢子扩培和试验发酵的专用设备
- | 按不同的原料设计装置，在自家实验室中进行独立测试
- | 精选并通过测试的上游和下游工艺，确保最佳产品质量
- | 遍布四大洲的参考项目

应用领域

柠檬酸完美的感官及理化特性使它成为不可缺少及最常用的有机酸之一，对于各种消费行业的应用尤其重要，例如：

食品和饮料

用作酸化剂，pH 缓冲剂和作为防腐剂的成分

药品和化妆品

用作稳定剂

洗洁剂

由于其螯合特性和生物降解性，在清洁剂组合物中用作磷酸盐的替代品

目前全球产量为每年 1.5 至 2 百万公吨。

我们为柠檬酸装置提供的服务

奥高布殊提供工程·咨询·承包服务以及技术许可。我们用于开发柠檬酸设施的服务包包括：

- | 概念设计
- | 为装置提供专有技术, 工艺许可和基础工程
- | 详细工程或审查客户提供的详细工程
- | 提供专有技术组件和标准设备和/或协助采购
- | 提供工厂自动化·包括现场仪器以及 DCS 硬件和软件
- | 提供黑曲霉菌种用作柠檬酸生产
- | 监督装置的安装和启动
- | 为装置升级提供技术支持等

生产率与工艺经济效益

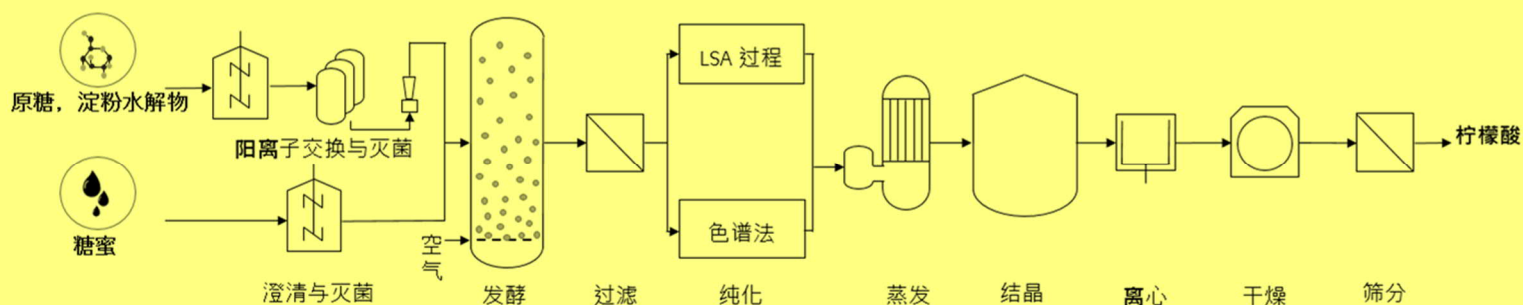
以纯基质和高质量糖蜜为例·进行发酵·获得以下工艺参数。

	葡萄糖, 水解物	原糖	糖蜜
产率 *)	82% 一水柠檬酸 / 单糖	85% 一水柠檬酸 / 双糖	略低
批量生产 / 总循 环周期	1,1 一水柠檬酸 公 克/公升/小时	0,8 一水柠檬酸 公克 /公升/小时	取决于质量
生物质	大约 15 公克/公升 细胞 双糖		
副产品			
葡萄糖酸	非常微量		达至几公克/公升
草酸	非常微量		低
温度	30 - 32°C		
循环周期 **)	140 小时	180 小时	取决于质量
最终浓度	145 – 160 公克/公升 一水柠檬酸		取决于质量

*) 可发酵糖如单糖 (MS) 或双糖 (DS)

***) 取决于最终浓度

奥高布殊柠檬酸工艺



原料制备

用于柠檬酸工业生产的原料通常是糖和淀粉加工行业的 (副) 产品。纯基质, 例如淀粉水解物, 葡萄糖和原糖是非常合适的原料。甜菜或甘蔗糖蜜亦可以在某些条件下使用。用专门开发的技术处理这些原材料, 而这些原材料可以根据具体情况进行调整。

为了将淀粉转化为葡萄糖, 含淀粉的原料必须经过糖化的过程, 微生物随后才能利用它。所得到的淀粉水解物就像原糖溶液一样, 通常是非常纯净的, 只需将其去离子然后灭菌即可。

含有大量杂质的基质 (尤其是糖蜜) 经过六氰合铁酸酯的澄清处理, 同时煮沸和进行灭菌处理。尽管该方法有效, 但由于六氰合铁酸酯不容易寻获及不容易处理, 因此糖蜜很少用于现代的装置。

孢子培植和测试

要达到有效的微生物生产过程, 先决条件是要获得高质量的接种材料。奥高布殊采用专属的黑曲霉菌种 (*Aspergillus niger*) 以增强工业柠檬酸的发酵。

我们已经开发出专用设备, 以安全有效的方式生产和测试孢子。奥高布殊专利孢子盒包括一个封闭的系统, 用于干燥孢子的扩培, 提取和装瓶, 既提高了储存稳定性, 又可减少使用剂量。



用试验发酵系统测试基质和微生物在生产中的适用性，能及时进行一系列的测试，以优化工艺，例如添加营养素，微量元素和抑制剂。

发酵

柠檬酸的合成是通过浸没式发酵进行的。使用多套带有静态喷射器系统的鼓泡塔式发酵罐来扩散空气。奥高布殊柠檬酸发酵技术的不同之处在于其简单的设计和超低的能耗。

开始时，把接种孢子注入到发酵罐中的无菌基质。这些孢子已经在现场实验室扩培并进行了试验。发酵过程与原料精确的配合，以调节微生物代谢活动，确保最佳的基质产量和稳定的高生产率。

设计选择

间歇 | 流加式发酵

间歇式发酵用于所有类型的纯基质和高品质糖蜜。生产发酵罐直接用孢子接种。或可以使用小型的预发酵罐让孢子发芽，以避免在生产发酵罐中发生迟滞期，并能缩短发酵周期。

流加式发酵更适用于低品质的糖蜜，以解决原料含抑制物的问题。



发酵区 | 过滤区

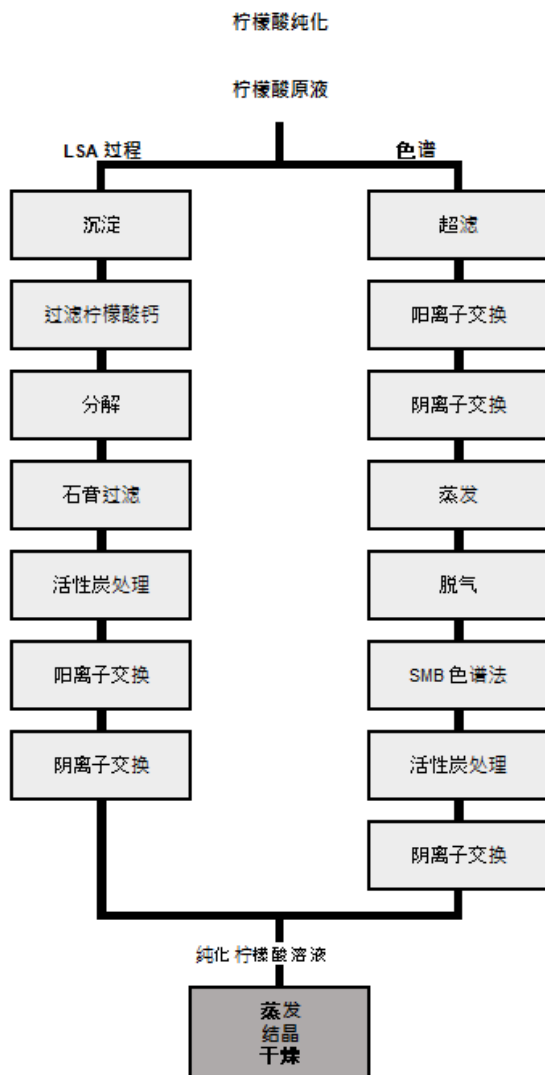
柠檬酸分离

分离柠檬酸的目的是，从发酵醪中获取大部分经过预纯化的柠檬酸原溶液，然后到下游加工，并确保最终产品的质量。通过一系列的过滤和离心步骤，将菌丝体从原溶液中分离，具体步骤视情况而定。



纯化

分离出的柠檬酸溶液可以通过两种不同的方式进行纯化：色谱法适用于纯基质，而石灰硫酸（LSA）工艺适用于所有原料。



设计选择

LSA 工艺

LSA 工艺需要大量的水合石灰和硫酸。这也带来相应数量的副产品-石膏。柠檬酸钙过滤过程中产生的废水必须经过处理。石膏有数种应用的可能性,但要取决于当地情况,例如用于建筑业的水泥生产。LSA 方法的优点是其高效纯化和分解后获得的高浓度柠檬酸溶液。这对蒸发和结晶装置的尺寸具有积极的影响,与低能源需求相结合降低成本。柠檬酸溶液拥有的纯度让结晶母液可以在该过程中完全回收。

设计选择

色谱过程

色谱法相比之下使用较少化学品,并且不产生固体副产品。再生离子交换仅需要盐酸和氢氧化钠,以及在模拟移动床(SMB)色谱法的少量硫酸。色谱和超滤需要工艺水和软化水;残液是必须处理的废水。鉴于母液中积累较高的杂质,柠檬酸三钠的产生发挥集储作用。

蒸发，结晶和干燥

最终的处理步骤是，用多重降膜蒸发器浓缩纯化柠檬酸溶液。该蒸发器的优点包括精细的产品处理和高能效。可以通过热蒸汽压缩或通过机械蒸汽压缩来进一步降低能量需求。

连续操作的强制循环真空结晶器用作柠檬酸的结晶。配合适当的测量和控制策略，我们的结晶器设计让奥高布殊的装置能够使用同一设备生产一水柠檬酸和无水柠檬酸。在连续离心机中将母液再循环并与结晶分离，可有效控制最终产品的质量。

为了满足最终产品的高质量要求，流化床干燥能确保温和地处理产品。随后对干燥的最终产品进行筛选，可以根据客户要求，对产品粒度进行特定的级分。

产率

可以通过产品分离和纯化获得 90%到 92%的最终产率，这取决于原料质量和发酵醪中杂质。

自动化

奥高布殊柠檬酸装置结合了间歇处理和连续处理的阶段并加以协调。通过控制系统和自动化解决方案，可以确保装置可靠和稳定地运行，工艺过程的高度重复性对于最终产品的质量至关重要。

产品质量

柠檬酸可制成结晶形态和液体形态。我们的产品纯化和结晶工艺与多种产品组合兼容，包括：

- | 一水柠檬酸 (CAM)
- | 无水柠檬酸 (CAA)
- | 糖浆
- | 柠檬酸三钠 (TSC)

产品符合食品，工业和制药级的国际质量标准，包括 BP、USP 和 FCC。

平均消耗量

以下列表显示装置的平均消耗量和副产品（生产每 1000 公斤一水柠檬酸的消耗，假设用纯基质）。这些数据只是典型的例子，消耗量可能会根据装置的配置而有所不同。工艺用水量取决于废水和冷凝水的回收方案。

参数	单位	LSA 工艺	色谱
化学品			
熟石灰 (70% CaO)	公斤	700	0
盐酸 (30%)	公斤	170 - 190	230
硫酸 (94%)	公斤	940	60
碱液 (50%)	公斤	140 - 160	240
公用设施			
去离子水	立方米	11 - 14	9
冷却水 24°C	焦耳	10,350 - 11,300	10,350 - 11,300
冷却水 32°C	焦耳	13,600 - 14,600	15,000 - 16,000
冷却水 5°C	焦耳	1,050 - 1,250	1,050 - 1,250 (不包括 TSC)
蒸汽 9 巴	公斤	8,500 - 9,000	9,800
电能	千瓦时	1,950 - 2,100	取决于技术解决方案
副产品			
菌丝体 (20% 双糖)	公斤	550	550
柠檬酸三钠 (二水合物)	公斤	0	140
石膏 (二水合物)	公斤	1500	0



柠檬酸天然存在于柑橘类水果中。它在 18 世纪被发现,以前是从果汁中沉淀钙盐而制成的。从 1919 年开始,采用微生物工艺进行工业生产并持续改进。

VOGELBUSCH Biocommodities GmbH
Blechturmstraße 11 | A-1051 Vienna | Austria
+43 (0)1 54661 | vienna@vogelbusch.com
www.vogelbusch-biocommodities.com



Vogelbusch USA Inc. | houston@vogelbusch.com
奧高布殊香港有限公司 | Vogelbusch Hong Kong Ltd. | hongkong@vogelbusch.com