

谷氨酸发酵溶氧变化的初步观察

上海化工学院抗菌素专业溶氧研究组

在需氧的工业发酵过程中，培养液中溶氧量的高低对微生物的活动以及发酵产物的积累具有重要作用。谷氨酸发酵中，溶氧水平对谷氨酸蓄积的影响也有人作了一些研究^[1,2]，据 Hirose 等^[3]的报告指出，在适宜的溶氧条件（氧传递速度 10.5×10^{-7} 克分子氧/毫升/分/1 大气压）下，谷氨酸产率最高。相反，溶氧量高于或低于这一适宜水平时，均会导致谷氨酸产量的降低。我国各味精厂进行谷氨酸发酵时，由于发酵设备的不同，培养液中溶氧水平存在着一定差别。为了解溶氧水平与谷氨酸积累的关系，我们在无锡第三制药厂和江阴红星酿造厂的大力协作下测定了 40 多罐批谷氨酸发酵

的溶氧变化情况，现将初步结果报告如下：

一、测氧装置与使用方法

测氧电极亦称探头，是我院自行设计制造的原电池型封闭式银-铅电极。

探头安装在发酵罐中两层搅拌叶和两组冷排管当中，插入深度使刚好超出冷排管。待培养基灭菌后冷却至 $31-35^{\circ}\text{C}$ 时，便开始溶氧饱和值定位。一般在接种前 15 分钟左右，先将罐压、罐温调到正常生产要求范围，启开搅拌，进行通风。此时通过电位器将指针调到仪表指示

* 此图是依据中山大学生物系吴伟雄老师拍摄的照片绘制的。

满刻度的80%处,使稳定片刻,并以此作为该生产条件下100%氧饱和度(在罐压为0.3—0.5公斤/厘米²下此值约相当于氧分压206—238毫米汞柱),然后伴随发酵测定不同情况下溶氧饱和度的变化。

二、结果与讨论

1. 谷氨酸发酵过程中溶氧变化的一般规律: 从谷氨酸发酵溶氧变化典型曲线(图1)看出,大多数罐批溶解氧(以下简称D.O.)在发酵0—6小时相当于90%左右的氧饱和度。此时氧被利用的不多,糖耗与菌体生长光密度(以下简称O.D.)的增长也不显著,此阶段是菌的适应期。发酵6至10小时,D.O.值迅速下降,糖耗加速,O.D.值迅速增长,此时菌体处在对数生长期。发酵10—12小时,D.O.开始稳定在氧饱和度5—20%的低峰值,其维持时间和水平各厂各罐有所不同,一般在放罐前2—4小时,残糖降至2%以下,D.O.值即开始回升,此时发酵已近尾声,但有的罐批D.O.值回升较早。

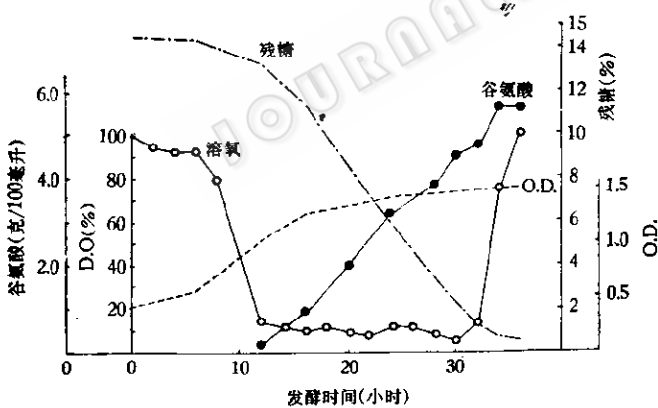


图1 谷氨酸发酵溶氧变化的典型曲线

2. 在不同罐型中发酵溶氧曲线的比较: 根据无锡第三制药厂401[#]、403[#]、405[#]罐和江阴红星酿造厂2[#]罐(简称江阴2[#]罐)的发酵情况观察,发现罐型不同(见表1),发酵过程中溶氧的变化也不同(图2,3)。如401[#]罐120批的D.O.水平平均较低,一般在10%上下,有时也可低至3%左右。而403[#]罐89批的D.O.水平比较

表1 被测罐设备的基本数据

数据项目	罐号	401 [#]	403 [#]	405 [#]	江阴2 [#]
罐容量(米 ³)		18	20	20	6.6
罐装量(米 ³)		13	17	16	5
罐直径(米)		2.3	2.4	2.4	1.5
罐高H/直径D		2	2	2	2.5
搅拌器直径d/罐直径D		3.5	3.5	3.5	3.0
搅拌转速[转/分]		134	140	138	160—174 原149
搅拌层数		2	2	2	2
上层搅拌叶片数		6	6	3	6
下层搅拌叶片数		6	6	6	6
搅拌形式		弯叶涡轮	弯叶涡轮	弯叶涡轮	弯叶涡轮
电机功率[千瓦]		30	30	30	7.5
冷排管组数		4	4	4	6
分布管型式		单孔朝下	单孔朝下	单孔朝下	单孔朝下

高,产酸期的D.O.水平在20—40%之间,这可能与此罐的搅拌转速较快,供氧量较大有关。405[#]罐118批的D.O.水平则在5—10%之间。江阴2[#]罐产酸期的D.O.水平较高,以31、35、36批为例均高达30—60%,考虑该厂谷氨酸产率一般能稳定在5%以上,不会与此无关。

3. 谷氨酸发酵液中溶氧变化与产酸的关系: 用401[#]罐(图4)比较了十几批产酸期D.O.水平与谷氨酸生成量的关系,发现D.O.在3%以上产酸比较稳定,如在我们测定的罐批中111批的D.O.曲线即产酸量约为5%,而137批的D.O.水平为1%左右,则产酸只有3.74%。

从以上结果初步认为,谷氨酸发酵的临界溶氧值在2—3%。

据报道,谷氨酸棒杆菌的临界溶氧值为

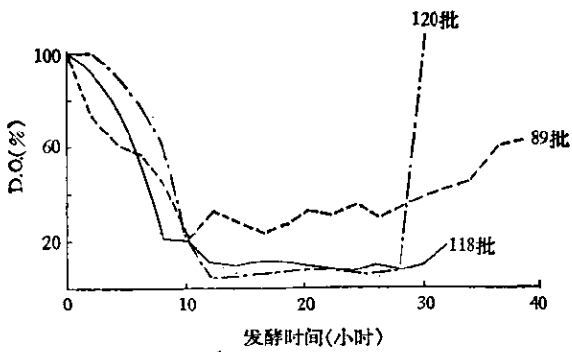


图2 无锡三药厂 401*、403*、405* 罐溶氧变化曲线

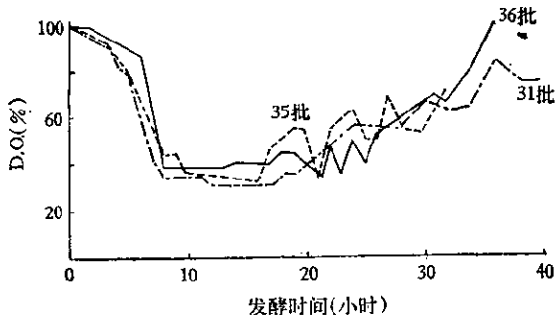


图3 江阴2* 罐溶氧变化曲线

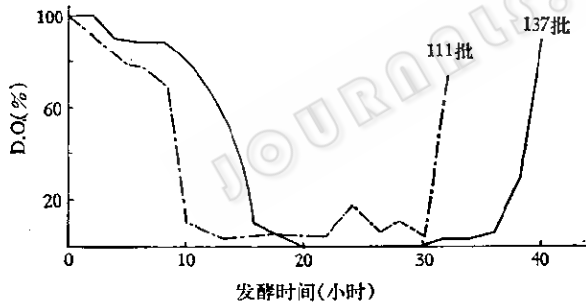


图4 产酸高或低时的溶氧曲线(401* 罐)

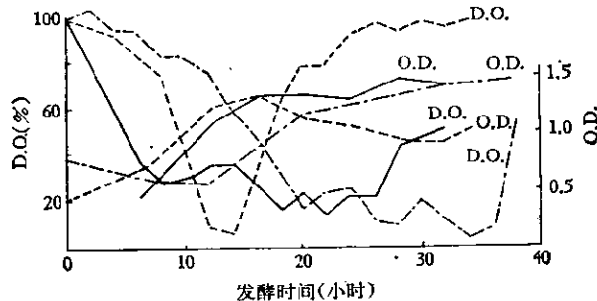


图5 正常与异常批号溶氧曲线
正常批号——, 异常批号-----, 前期异常-.-

0.0031—0.0082 毫克分子氧/升左右, 相当于氧压 7.5 毫米汞柱 (37.8℃)。我们把谷氨酸生产菌 B₂ 菌株产酸期的临界溶氧值换算成氧压为 4—6 毫米汞柱 (33.5℃) 左右。

4. 异常发酵时的溶氧变化:

谷氨酸发酵处在异常情况时, D.O. 变化有明显的不同(图5)。如图中发酵前期异常的批号, 菌体生长不良, 10 小时前溶氧量几乎不下降, 一直维持在 90% 以上的水平, D.O. 下降到低峰值的时间需 10 个小时, 而正常罐批只需 4 个小时左右。若发酵中污染噬菌体, D.O. 值则较快回升, 因此从 D.O. 的变化可使尽早发现。又如图中异常批号, 在发酵 14 小时, D.O. 突然上升至接近饱和值, 相反, 此时正常批号的菌正处在呼吸旺盛阶段, D.O. 值较低。由此说明在该种异常情况下, 菌的呼吸受到了抑制或菌体发生了裂解。

综上所述, D.O. 曲线的变化反映了菌的呼吸代谢情况。根据我们对几批正常和异常发酵情况的比较, 认为 D.O. 参数可作为观察菌的生长代谢活动是否正常的—个重要指标。进一步改变罐内系统的某些设备和工艺条件, 以考查溶氧浓度同其他参数之间的关系以及对产酸的影响等, 是非常必要的。

参 考 文 献

- [1] Hirose, Y., H. Sonoda, K. Kinoshita et al.: *Agr. Biol. Chem.*, 30:585, 1966.
- [2] Hirose, Y., H. Sonoda, K. Kinoshita et al.: *ibid*, 32: 855, 1968.
- [3] Hirose, Y., H. Sonoda, K. Kinoshita et al.: *ibid*, 31: 1210, 1967.