

电导率仪在测定发酵液体积中的应用

王玉万 郭 正 李季伦

(北京农业大学国家微生物工程工业试验基地, 北京 100094)

摘要 本文简要介绍了用电导率仪测定发酵罐中液体培养基体积的方法。该方法准确、快速、方便, 是测定发酵液体积的较好方法。

关键词 电导率仪; 测定; 培养液; 体积

在工业微生物发酵中, 准确测定发酵罐中发酵液的体积十分重要, 因为许多具有价值的次生代谢产物(如抗生素等), 对磷、硫、某些微量元素及某些具有代谢调节作用的有机物质的浓度要求十分严格^[1,2], 其最佳浓度范围有的仅在 $2-4/10^6$ 之间, 略偏高或偏低都将明显影响产物的合成效率。因此, 准确测定发酵罐中培养液的初始体积, 使加入的营养物质的浓度准确无误, 这是实现抗生素等次生代谢产物高产的关键环节。

国内微生物发酵工业在测量发酵罐中培养液的体积方面, 还没有建立一种准确、方便可行的较好方法, 一般多靠经验估测或用标尺测定液体深度, 或用较小的容器累积量取发酵液的体积, 这些方法准确性较差, 用起来又不方便, 罐体积越大, 误差越大。因此, 建立一种准确、方便、快速测定发酵液体积的方法是十分有用的。我们在利用电导率仪研究真菌次生代谢规律时观察到, 用电导率仪测定发酵罐中培养液的体积既准确, 又方便, 现将该方法的原理与测定程序简要介绍如下。

测定原理与方法

(一) 测定原理 电导率仪是用于测定溶液中带电离子浓度的一种仪器。在一定条件下, 溶液中离子浓度与电导率成正比。因此, 向未知体积的水(自来水或蒸馏水)中加入某种已知量的电解质(如 KCl 等盐类, 以下称体积指示物), 之后测定该溶液的电导率, 再根据电导率-体积指示物浓度标准曲线, 即可求出此溶液中该体积

指示物的浓度 [C], 根据公式: 体积 (V) = 体积指示物重量 (G) × 100 / [C], 即可求出发酵罐中培养液的实际体积, 然后根据此体积, 向罐中投入各种营养物达到所要求的浓度。

(二) 体积测定

1. 电导率仪: 实验用 DDS-12A 数字电导率仪(肃山市科学仪器厂制造)。

2. 测定过程:

(1) 确定“体积指示物”和绘制标准曲线: 本实验选用 KCl 为指示物。在上罐的同时, 用上罐用的水作电导率-KCl(指示物)浓度标准曲线。结果见表 1 和图 1。

(2) 设定发酵液体积: 本实验要求发酵培养基体积为 140L。先向 200L 发酵罐中加入 120L 左右的自来水, 然后加入体积指示物 KCl 40.600g 搅拌, 使之溶解后取出 50ml 左右测定电导率。

(3) 测定发酵培养液电导率: 测定电导率时必需严格控制发酵液的测定温度与绘制标准曲线时标准液的测定温度相同。因为溶液温度对电导率值有较大影响(图 2), 发酵液的测定温度与制作标准曲线的标准液的测定温度差异越大, 测得的发酵液体积与实际体积的差距越大,

表 1 不同 KCl 浓度的电导率值

KCl 浓度 (%)	0.020	0.025	0.028	0.030	0.032	0.035	0.040
电导率 ($\mu\Omega/\text{cm}$) [*]	435	544	610	651	696	755	859
电导率 ($\mu\Omega/\text{cm}$) ^{**}	1278	1359	1404	1445	1475	1526	1623

*: 用蒸馏水配制, 在 29.0 °C 测定

** : 用自来水配制, 在 26.1 °C 测定。

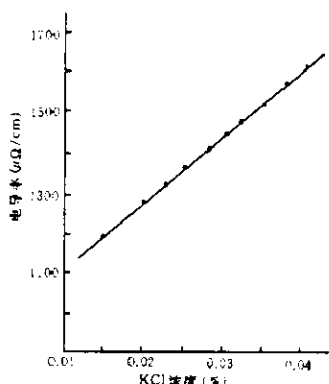


图 1 不同 KCl 浓度的电导率值
(溶液用自来水配制)

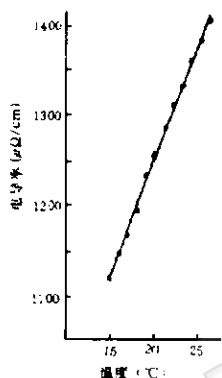


图 2 温度对 0.03%KCl 溶液电导率的影响

这一点必须注意! 本实验测得发酵液的温度为 26.1 °C, 电导率值是 1460 μΩ/cm, 查标准曲线 (图 1), 该溶液浓度为 0.031%, 根据公式: $V = G \times 100 / [C] = 40.600 \times 100 / 0.031 (\text{ml})$, 即可算出罐中已加入的水量是 130.97L。由于设定的发酵体积为 140L, 所以还应向罐中加入 9.03L 水, 此 9.03L 水用 1000 或 2000ml 量筒量取加入即可。

(4) 根据上述体积, 计算出应该加入的其它各种营养物质的重量。使之达到所要求的浓度。如果加入的营养物质所占的体积较大, 最好在摇瓶试验中以“水与营养物质之比”的方式设计实验进行研究发酵条件, 上罐时同样以水体积与营养物质重量比的方式投料, 这样可使摇瓶

中摸索出的培养基组成含量准确无误的用于发酵罐上。

讨 论

为了解用电导率仪测定体积的准确程度, 在实验室中测定了 20.00L 液体的体积 (用 2000ml 容量瓶量取)。结果是用电导率仪测定的体积为 19.91L, 其相对误差为 0.45%。我们已将该方法用在 200L、500L、1 吨、2 吨、5 吨、10 吨等 20 批次发酵罐。同时还与作者曾拟定的“定磷比色测定发酵液体积的方法”(待发表), 进行比较, 结果表明, 电导率法与“定磷法”的相对误差介于 0.21 - 0.38%。因此认为, 用电导率仪测定发酵液体积, 只要操作准确, 该方法是十分可靠的。用于 10 吨以上的发酵罐, 则更显示出该方法的准确程度高, 操作方便等优点。在选择测定发酵液体积用的“体积指示物”时, 以选择对微生物生长影响不大的盐类作“指示物质”为好, 其浓度也不宜太高, 一般在 0.01 - 0.03% 即可。制作标准曲线时必须用上罐用的水配制不同浓度的“体积指示物”, 以克服水质中含有的带电粒子的干扰。

综上所述, 用电导率仪测定发酵罐中发酵培养液的体积时, 要达到测定误差不超过 ±0.09L/100L, 要注意以下几点:

1. 加入罐中的“体积指示物重量”必须准确无误, 其精确程度要达到 0.0001g 为好。
2. 制作标准曲线用的“体积指示物”浓度要配制的十分准确。
3. 在制作标准曲线之前, 先将水放入罐中, 当罐中的水温与室温一致时, 从罐中取水制作标准曲线。向罐中加入“体积指示物”后, 在同样的温度下测定罐中发酵液的电导率。

参 考 文 献

1. 郭行彦等主编: 抗生素生产工艺学, 第 115, 331, 363 页, 化学工业出版社, 北京, 1982 年。
2. Ghose TK et al.: *Adv. Biochem. Eng.* 6:107, 1977.

(1992 - 7 - 25 收稿)