

生物热动力学研究——大肠杆菌 生长速率和激活能

汤厚宽 谢昌礼 宋昭华 屈松生

(武汉大学化学系, 武汉)

廖耀庭 刘海水

(广州军区第一陆军医院, 武汉)

大肠杆菌生长的全热谱已被测定^[1], 再进一步根据其指数生长期的热谱信息, 确定了它的生长速率和激活能。

在指数生长期, 细菌数按指数规律增加, 可用下式表示^[2]:

$$n_t = n_0 e^{kt} \quad (1)$$

式中: t 为指数生长期开始后的某一时间, n_0, n_t 分别为指数生长期开始时和 t 时的细菌数, k 为生长速率常数。

因此, 同期细菌输出的热功率也是按指数规律同步增长。可表示为:

$$P_t = P_0 e^{kt} \quad (2)$$

其中 P_0, P_t 分别为指数生长期开始时和 t 时的细菌输出热功率。

将(2)式取对数

$$\ln P_t = \ln P_0 + kt \quad (3)$$

为一线性方程。当在热谱图上取多组对应的 $t \sim P_t$, 用计算机拟合, 便得到此线性方程, 其斜率便是生长速率常数 k 。从多次实验的 k 值, 进行方差分析处理, 得出最后结果。

在37℃时, 根据11次实验, 数据的处理结果列于表1。

对表1中的11个 k 值进行方差分析, 得

$$k = 0.0397 \pm 0.0025 \text{ min}^{-1}$$

同此, 测定了不同温度下的大肠杆菌指数生长期的热谱曲线(图1), 算出了相应的生长速率常数, 列于表2。

根据表2数据, 按 Arrhenius 公式 $\ln k = -\frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} + \ln A$ 进行拟合, 得线性方程:

$$\ln k = -\frac{6.386 \times 10^3}{T} + 17.40$$

表1 37°C 时大肠杆菌的生长速率常数

Table 1 The rate constants of E.coli at 37°C

实验序数	速率常数 (k/min^{-1})	相关系数 (r)
1	0.03846	0.9991
2	0.03736	0.9955
3	0.04208	0.9971
4	0.03793	0.9991
5	0.03638	0.9979
6	0.03993	0.9981
7	0.04219	0.9970
8	0.03887	0.9982
9	0.04178	0.9987
10	0.04524	0.9924
11	0.03810	0.9904

表2 不同温度下大肠杆菌的生长速率常数

Table 2 The rate constants of E.coli at different temperatures

温度 ($t/^\circ\text{C}$)	速率常数 (k/min^{-1})
22	0.01437
27	0.02098
32	0.02929
37	0.03969
42	0.05826

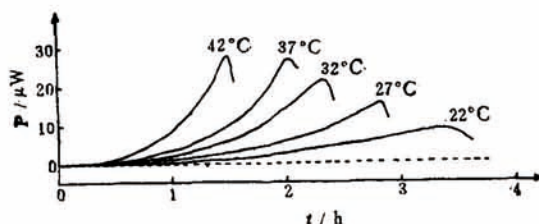


图1 不同温度下大肠杆菌指数生长期的热谱曲线

Fig.1 The thermograms of E.coli at exponential phase of growth at different temperatures

由此算得大肠杆菌生长的激活能

$$E_a = 53.09 \text{ kJ mol}^{-1}$$

传统的细菌繁殖速率以传代时间表示, 简称代时 G (generation time), 它一般是以数菌法确定的。在 37°C, 于肉汤培养基中用数菌法得到的文献值 $G = 17$ 分钟^[3]。从(1)式可得代时计算公式 $G = \frac{\ln 2}{k}$, 由此, 在 37°C 时, 我们实验的代时值为 17.47 分钟, 与文献值吻合。证实了本工作的处理方法和得到的结果是可靠的。

参 考 文 献

- [1] 谢昌礼、汤厚宽、宋昭华、屈松生等, 物理化学学报, 2, 481(1986)
- [2] Dawes, E.A., "Quantitative Problems in Biochemistry", p.278, (6th ed) Longman Group Limited, London 1980.
- [3] 武汉大学、复旦大学生物系微生物学教研室, "微生物学", p.125, 人民教育出版社, 北京, 1979.

**STUDIES ON BIOTHERMOKINETICS MEASUREMENT OF
MULTIPLICATION RATE CONSTANTS AND
ACTIVATION ENERGY OF ESCHERICHIA
COLI USING MICROCALORIMETER**

Tang Houkuan Xie Changli Song Zhaohua Qu Songsheng
(*Department of Chemistry, Wuhan University*)

Liao Yaoting Liu Haishui
(*The First Army Hospital of Guangzhou Military Area*)

ABSTRACT

In this paper, firstly, we have been studied the multiplication curves of *E. coli* at exponential phase of growth at 37°C using microcalorimeter, LKB 2277 *Bioactivity Monitor*, and calculated the multiplication rate constant of *E. coli* using computer, which is $k = 0.0397 \pm 0.0025 \text{ min}^{-1}$. Generation time, $G = 17.47$ minutes, has been obtained from formula $G = \ln 2/k$, which is in close agreement with literature value, $G = 17$ minutes. Secondly, using above method, rate constants of *E. coli* at different temperatures at exponential of growth have been determined. Finally, according to Arrhenius equation, the activation energy of *E. coli* multiplication has been obtained, which is $53.09 \text{ kJ mol}^{-1}$.