

А. В. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ВЫРАЖЕНИЕ КАЧЕСТВА ФЕРМЕНТОВ

(Представлено академиком Н. В. Цициным 1 XI 1949)

Качеством ферментов мы называем <sup>(1)</sup> способность их снижать энергию активации катализуемых ими реакций. Эта способность находит свое выражение в той или иной величине коэффициента Аррениуса  $\mu$  в уравнении

$$N_{\text{акт}} = Ne^{-\mu RT},$$

показывающем зависимость количества активированных молекул  $N_{\text{акт}}$  от общего числа молекул в грамм-молекуле ( $N =$  число Авогадро  $= 6,06 \cdot 10^{23}$ ), от абсолютной температуры  $T$  и газовой константы ( $R = 1,986$  г-калорий). Величина  $\mu$  в то же время тесно связана с коэффициентом Вант-Гоффа  $Q_{10}$ , а именно

$$\mu = R \ln Q_{10} \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$$

или, для  $T_2 - T_1 = 10$ :

$$\mu = \frac{2,3 \cdot 1,986 \lg Q_{10} T_1 T_2}{10}.$$

В ряде работ мы и наши сотрудники выражали качество различных ферментов в значениях  $Q_{10}$  или  $\mu$ . Однако такой метод характеристики качества ферментов часто приводит к недоразумениям, так как повышение качества соединяется с уменьшением значений  $Q_{10}$  и  $\mu$ . Поэтому мы считаем целесообразным дать иное выражение качества ферментов в определенных количественных показателях.

Для этой цели мы принимаем, что качество фермента определяется тем количеством молекул в грамм-молекуле вещества, участвующего в катализуемой ферментной реакции, которое переводится данным ферментом в активированное, возбужденное состояние. Другими словами, качество фермента определяется непосредственно уже приведенным уравнением  $N_{\text{акт}} = Ne^{-\mu RT}$ .

Однако значения  $N_{\text{акт}}$  при низком значении  $\mu$ , т. е. при высоком качестве ферментов, очень велики и поэтому предпочтительнее пользоваться их логарифмами. Максимальное значение  $\lg N_{\text{акт}}$ , при котором значение  $\mu$  равно нулю и  $N_{\text{акт}} = N$ , равняется логарифму числа Авогадро, т. е.  $\lg N_{\text{акт}} = \lg N = \lg (6,06 \cdot 10^{23}) = 23,7825$ .

Сохраняя только два десятичных знака и введя вместо логарифма обозначение  $p N_{\text{акт}}$ , получаем, что для этого крайнего случая, когда в активированное состояние при действии фермента переходят все молекулы реагирующего вещества без какого бы то ни было притока внешней энергии,  $p N_{\text{акт}} = 23,78$ .

Значения  $p N_{\text{акт}}$  зависят от температуры, поскольку в выражении  $N_{\text{акт}} = Ne^{-u/RT}$  в показатель степени при  $e$  входит температура. Поэтому в табл. 1 мы дали значения  $p N_{\text{акт}}$  для различных интервалов температур, применяемых при изучении качества ферментов.

Таблица 1

Значения  $p N_{\text{акт}}$  для различных  $Q_{10}$  и температур

$Q_{10}$	0—10°	5—15°	10—20°	15—25°	20—30°	25—35°
1,05	23,19	23,18	23,17	23,16	23,15	23,14
1,10	22,63	22,61	22,59	22,57	22,55	22,53
1,15	22,09	22,06	22,03	22,00	21,97	21,94
1,20	21,58	21,54	21,50	21,46	21,42	21,38
1,25	21,09	21,04	20,99	20,94	20,89	20,84
1,30	20,61	20,56	20,50	20,44	20,39	20,33
1,35	20,17	20,10	20,03	19,96	19,90	19,83
1,40	19,72	19,64	19,57	19,50	19,43	19,35
1,45	19,29	19,21	19,13	19,05	18,97	18,89
1,50	18,89	18,80	18,71	18,62	18,53	18,44
1,55	18,51	18,41	18,31	18,21	18,11	18,01
1,60	18,11	18,00	17,90	17,80	17,70	17,60
1,65	17,74	17,63	17,52	17,41	17,30	17,19
1,70	17,39	17,27	17,15	17,03	16,92	16,80
1,75	17,02	16,90	16,78	16,66	16,54	16,42
1,80	16,67	16,56	16,43	16,30	16,17	16,05
1,85	16,37	16,23	16,09	15,95	15,82	15,68
1,90	16,04	15,89	15,75	15,61	15,47	15,33
1,95	15,72	15,57	15,43	15,29	15,14	14,99
2,00	15,41	15,26	15,11	14,96	14,81	14,66
2,05	15,13	14,97	14,81	14,65	14,49	14,33
2,10	14,82	14,66	14,50	14,34	14,18	14,02
2,15	14,54	14,38	14,22	14,05	13,88	13,72
2,20	14,26	14,09	13,92	13,75	13,58	13,41
2,25	14,01	13,83	13,65	13,47	13,29	13,11
2,30	13,76	13,57	13,38	13,19	13,01	12,82
2,35	13,48	13,29	13,10	12,91	12,72	12,54
2,40	13,22	13,03	12,84	12,65	12,45	12,26
2,45	12,96	12,77	12,58	12,38	12,19	11,99
2,50	12,72	12,52	12,33	12,12	11,92	11,72
2,55	12,52	12,31	12,10	11,90	11,67	11,47
2,60	12,26	12,05	11,84	11,63	11,42	11,21
2,65	12,04	11,82	11,60	11,38	11,18	10,96
2,70	11,81	11,59	11,37	11,15	10,93	10,71
2,75	11,57	11,35	11,13	10,91	10,69	10,47
2,80	11,35	11,12	10,91	10,68	10,46	10,23
2,85	11,15	10,92	10,69	10,46	10,23	10,00
2,90	10,95	10,71	10,47	10,24	10,00	9,77
2,95	10,74	10,50	10,26	10,02	9,78	9,54
3,00	10,53	10,29	10,05	9,81	9,57	9,33

Для иллюстрации применения показателя качества ферментов покажем, как выразятся в новом обозначении данные по качеству каталазы в листьях представителей двух семейств цветковых растений, представляющих начальное и конечное звенья ряда филогенетического развития, причем сем. Ranunculaceae находится у основания родословного дерева ряда и в соответствии с этим должно обладать ферментами низшего качества, а сем. Leguminosae занимает наиболее высокое положение и обладает ферментами высокого качества. Данные эти мы займем из работы Н. А. Кудряшовой<sup>(2)</sup>. Они были получены при изучении активности каталазы в температурном интервале 15—25° (табл. 2).

Таблица 2

	ц г-кал.	pN <sub>акт</sub>		ц г-кал.	pN <sub>акт</sub>
Сем. Leguminosae			Сем. Ranunculaceae		
<i>Astragalus sieversianus</i> . . .	7 800	17,96	<i>Ranunculus rubrocalyx</i> . . .	13 100	13,99
<i>A. inaequalifolius</i> . . . . .	8 900	17,11	<i>R. rufosepalus</i> . . . . .	9 500	16,66
<i>Oxytropis immersa</i> . . . . .	4 700	20,25	<i>Trollius altaicus</i> . . . . .	10 300	16,09
<i>Onobrychis echidna</i> . . . . .	9 100	16,96	<i>Aconitum zerawschanicum</i> .	10 000	16,30
<i>Hedysarum Semenovi</i> . . . . .	6 900	18,62	<i>Delphinium oreophilum</i> . . .	8 400	17,49
<i>H. cephalotes</i> . . . . .	8 300	17,57	<i>D. confusum</i> . . . . .	4 700	20,25
<i>Vicia Kokanica</i> . . . . .	10 900	15,68	<i>Thalictrum isopyroides</i> . . .	15 500	12,22
<i>Lathyrus pratensis</i> . . . . .	4 500	20,44	<i>Clematis orientalis</i> . . . . .	24 300	5,53
<i>Medicago tianschanica</i> . . .	12 200	14,71			
	3 200	21,36			
Среднее . . . . .	7 700	18,07		12 000	14,82

Главный ботанический сад  
Академии наук СССР

Поступило  
27 X 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. В. Благовещенский, Биохимия, 2, 155 (1937). <sup>2</sup> Н. А. Кудряшова, ДАН, 68, 111 (1949).