

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра общей и биорганической химии

В.В. Жандарев, И.И. Дигурова

Лабораторные работы по биофизике

Методические указания

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов специальности Биология*

Ярославль 2006

УДК 577.3
ББК Е 071я73
Л 12

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2006 года*

Рецензент
кафедра общей и биоорганической химии
Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

Жандарев, В.В., Дигурова, И.И. Лабораторные работы по био-
Л 12 физике / В.В. Жандарев, И.И. Дигурова ; Яросл. гос. ун-т. – Яро-
славль : ЯрГУ, 2006. – 48 с.

Лабораторные работы предназначены для студентов, обучаю-
щихся по специальности 011600 Биология (дисциплина «Биофизи-
ка», блок ОПД), очной и заочной форм обучения.

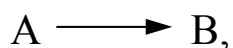
УДК 577.3
ББК Е 071я73

© Ярославский государственный университет, 2006
©В.В. Жандарев. И.И. Дигурова, 2006

Кинетика биологических процессов

Вещества, поступающие в организм, вступают в сложную сеть химических превращений. Скорость химических превращений в клетках и тканях организма играет основную роль в регулировании жизненного процесса. В связи с этим большое значение приобретает изучение закономерностей протекания во времени химических процессов. В отличие от биохимии, описывающей конкретные химические реакции в организме, кинетика изучает механизмы химических превращений в зависимости от различных факторов (температуры, концентрации реагирующих веществ, давления, pH, наличия катализаторов и пр.).

Важнейшей количественной характеристикой химической реакции является скорость. Под скоростью понимают возрастание или убывание концентрации реагирующего вещества во времени. Если вещество А превращается в В:



то скорость реакции v – первая производная от концентрации любого из веществ по времени:

$$v = \frac{dB}{dt} = -\frac{dA}{dt}. \quad (1)$$

Скорость химической реакции зависит в основном от трех факторов: концентрации реагирующих веществ, температуры и наличия катализаторов. Согласно кинетической теории реакций, их скорость определяется количеством столкновений молекул друг с другом в единицу времени.

Если скорость реакции зависит от концентрации одного вещества, то такая реакция называется реакцией **первого порядка**. В случае приведенной мономолекулярной реакции $A \longrightarrow B$ по закону действующих масс (2)

$$-\frac{dA}{dt} = k \cdot A, \quad (2)$$

где k – коэффициент, называемый константой скорости реакции.

Если $A=1$, то

$$\frac{dA}{dt} = k, \quad (3)$$

т.е. константа скорости – это скорость реакции при концентрациях реагирующих веществ, равных единице.

Если скорость реакции зависит от концентрации двух реагирующих веществ, то это реакция *второго порядка*. Например, при реакции $A+B \rightarrow C$

$$-\frac{dA}{dt} = k \cdot A \cdot B. \quad (4)$$

Порядок и *молекулярность* реакции не всегда совпадают. Так, бимолекулярная реакция может быть реакцией первого порядка, если одно из реагирующих веществ находится в избытке и его концентрация заметным образом не меняется. Например, гидролиз CH_3COOK может определяться только концентрацией CH_3COOK , если вода находится в избытке. Мономолекулярная реакция может быть реакцией нулевого порядка, когда скорость реакции не зависит от концентрации реагирующего вещества. Обычно так протекают реакции с участием ферментов в условиях избытка реагирующего вещества. В условиях нулевого порядка скорость постоянна и определяется скоростью распада фермент-субстратного комплекса. В процессе реакции может наступить переход от реакции первого порядка к реакции *нулевого* порядка. Если процесс протекает в клетке, куда реагирующие вещества поступают через клеточные оболочки, то в начальный момент, когда концентрация реагирующего вещества небольшая, реакция может протекать по типу реакций первого порядка, а при насыщении всех молекул фермента переходит на нулевой порядок.

Помимо зависимости от концентрации субстрата, имеется зависимость скорости ферментативного катализа от ряда других фак-

торов: наличия ингибиторов или активаторов, рН среды, давления, температуры и пр., поэтому в биологических системах скорости реакций меняются в очень широких пределах.

Одним из наиболее существенных факторов, оказывающих влияние на кинетику, является температура. В условиях целостного организма изменение температуры может влиять на скорость реакций как непосредственно, так и косвенным образом. Так, понижение температуры организма, как и в любой неживой системе, замедляет химические реакции. На этом основано применение гипотермии в медицине. Но вместе с тем оно может ввести в действие механизмы терморегуляции, ускоряющие реакции. В отличие от реакций, протекающих в неживых системах, большинство биологических процессов имеют температурный оптимум – интервал температур, в котором реакция протекает с максимальной скоростью. Это объясняется ферментативным характером большинства биологических процессов. В случае ферментативной реакции одновременно действуют два различных фактора, определяющих влияние температуры: с одной стороны, увеличение скорости самой реакции; с другой – повышение скорости деструкции фермента при нагревании, что обуславливает непрерывное уменьшение концентрации активного фермента. Оптимальная температура зависит от соотношения между влиянием температуры на скорость реакции самой ферментативной реакции и ее влиянием на скорость инактивации фермента.

Влияние температуры на скорость биологических процессов часто оценивают с помощью **температурного коэффициента** Q_{10} Вант-Гоффа. Он показывает, во сколько раз ускоряется процесс при повышении температуры на 10°C :

$$Q_{10} = \frac{v_{T_2}}{v_{T_1}}, \quad (5)$$

где v_{T_1} – скорость процесса при определенной температуре, $^{\circ}\text{C}$;

v_{T_2} – скорость процесса при температуре выше предыдущей на 10°C .

Живые организмы не всегда выдерживают изменение температуры на 10°C . Поэтому для определения температурного коэффи-