

13. Семенов М. А., Больбух Т. В. Резонансные взаимодействия карбонильных колебаний в спиральных полинуклеотидах и ДНК // IV Всесоюз. конф. по спектроскопии биополимеров: Тез. докл.— Харьков, 1981.— С. 162.
14. Семенов М. А., Больбух Т. В. ИК-спектроскопическое исследование комплексообразования этидия бромидом с ДНК во влажных пленках // Конформац. изм. биополимеров в растворах: Тез. докл. Всесоюз. конф.— Тбилиси, 1985.— С. 151.
15. Porumb H. The solution spectroscopy of drugs and the drug-nucleic acid interactions // *Progr. Biophys. and Mol. Biol.*— 1978.— 34.— P. 175—195.
16. Больбух Т. В., Семенов М. А. Изотермы гидратации полинуклеотидов // *Биофизика.*— 1985.— 30, № 3.— С. 409—413.
17. Lu K. C., Prohofsky E. W., Van Zandt L. L. Vibration modes of A-DNA, B-DNA and A-RNA. Backbones: an application of a green-function refinement procedure // *Biopolymers.*— 1977.— 16, N 11.— P. 2491—2506.
18. Bolbiukh T. V., Starikov E. B., Semenov M. A. The hydration of double-helical poly(2A) films studied by IR-spectroscopy and piezomicrobalance // *Stud. biophys.*— 1985.— 108, N 3.— P. 199—207.

Ин-т радиофизики и электрон. АН УССР,
Харьков

Получено 19.02.86

УДК 577.112

**ТРИПТИЧЕСКИЕ ПЕПТИДЫ
КАТАЛАЗЫ ГРИБА *PENICILLIUM VITALE*.
1. РАЗДЕЛЕНИЕ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ
РАСТВОРИМЫХ ПЕПТИДОВ**

**Э. А. Козлов, М. Т. Кириленко, Т. Л. Левитина,
Л. В. Гудкова, Р. Г. Дегтярь, Е. В. Солодова**

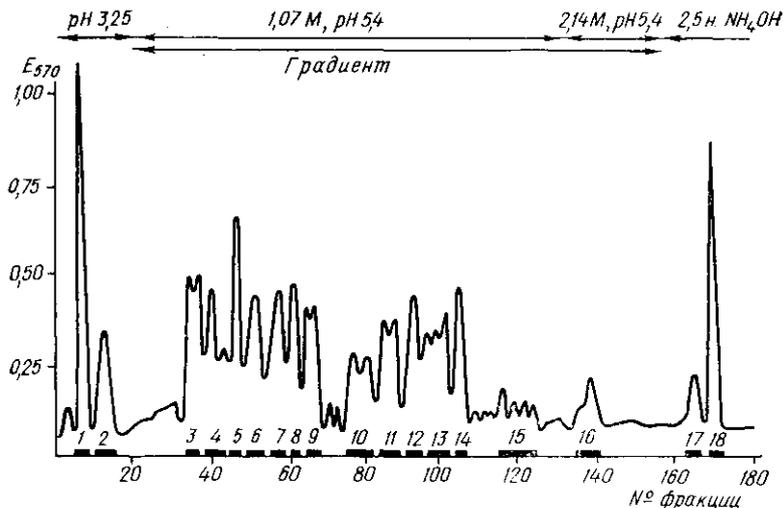
Введение. Ранее рентгеноструктурными исследованиями [1, 2], а также изучением аминокислотного состава и пептидных карт [3] было показано, что каталаза *P. vitale* состоит из четырех идентичных субъединиц с молекулярной массой 75 000—80 000. Каждая субъединица содержит примерно 650 аминокислотных остатков. Настоящее сообщение является первой публикацией по изучению первичной структуры каталазы *P. vitale*.

Исследование первичной структуры каталаз печени, эритроцитов быка [4] и человека [5] показало, что указанные ферменты составляют группу высокоомологичных белков: на 506 остатков аминокислот считаются 42 замены. Рентгеноструктурным исследованием показано, что каталаза *P. vitale* отличается от каталазы печени быка наличием дополнительного С-концевого домена, включающего около 150 остатков аминокислот [2]. Исходя из данных рентгеноструктурного анализа, можно предположить, что N-концевая часть (приблизительно 500 аминокислотных остатков) каталазы *P. vitale* гомологична по первичной структуре каталазам быка и человека. Изучая первичную структуру белков тел включений бакуловирусов [6—12], мы показали, что при гомологии выше 70 % для установления аминокислотной последовательности полипептидной цепи исследуемого белка достаточно выяснить строение триптических пептидов и сравнить их с первичной структурой эталонного белка [13]. Можно полагать, что изучение строения триптических пептидов каталазы гриба *P. vitale* даст возможность оценить степень гомологии этой каталазы и каталаз быка и человека, а в случае высокой степени гомологии — реконструировать первичную структуру фрагментов каталазы гриба.

В данном сообщении описаны методы и результаты выделения и очистки индивидуальных пептидов из растворимой фракции триптического гидролизата каталазы гриба *P. vitale*.

Материалы и методы. Каталазу *P. vitale* выделяли по разработанному методу [3]. Апофермент получали, как описано ранее [3]. Восстановленный и карбоксиметилированный (S-ВКМ) апофермент получали по [14]. S-ВКМ-апофермент расщепляли трипсином («Worthington, США») в 0,2 н. бикарбонате аммония, pH 8,5, при 37 °С в течение 6 ч. Фермент-субстратное соотношение 1 : 100. Реакцию останавливали лиофилизацией.

120 мг лиофильно высушенного триптического гидролизата растворяли в 0,2 н. уксусной кислоте. Нерастворимую в уксусной кислоте фракцию (Тн) удаляли центрифугированием. Растворимые пептиды предварительно разделяли гель-фильтрованием через сефадекс G-25 (тонкий) в 0,2 н. уксусной кислоте и получали три фракции. Фракцию II



Разделение ионообменной хроматографией на AG 50×8 триптических пептидов фракции II. Колонка — 1,5×60 см; скорость элюции — 26 мл/ч; t — 40 °С; объем фракции — 6 мл

AG 50×8 ion-exchange chromatography of tryptic peptides fraction II. Column — 1,5×60 cm; flow rate 26 ml/h; t — 40 °С; fraction volume — 6 ml

разделяли ионообменной хроматографией на AG 50×8. Элюцию осуществляли последовательным пропусканием 800 мл 1,07 М и 500 мл 2,14 М пиридин-ацетатного буфера pH 5,4, через смеситель, заполненный 500 мл 0,2 М пиридин-формиатного буфера, pH 3,25. Нингидриновую реакцию аликвот (0,5 мл) из фракций проводили после щелоч-

Таблица 1

Стадии получения индивидуальных пептидов из растворимой при pH 5,0 фракции триптического гидролизата каталазы *P. vitale*

The individual peptides isolation stages from *P. vitale* catalase tryptic hydrolysate soluble at pH 5,0 fraction

Пептид	Стадии получения	Пептид	Стадии получения
T1—T9	I, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T36, T37	II, AG10, ЭФ1, ЭФ2
T10	II, AG1, ЭФ1, ЭФ2	T38—T40	II, AG10, ЭФ1, ЭФ2, БХ
T11	II, AG3, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T41	II, AG11, ЭФ1, ЭФ2
T12—T16	II, AG4, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T42, T43	II, AG11, ЭФ1, ЭФ2, БХ
	II, AG5, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T44	II, AG13, ЭФ1, ЭФ2
T17—T22	II, AG6, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T45, T46	II, AG12, ЭФ1, ЭФ2
	II, AG7, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T47	II, AG13, ЭФ1, ЭФ2
T23—T25	II, AG8, ЭФ1, ЭФ2, БХ		II, AG14, ЭФ1
T26	II, AG12, ЭФ1, ЭФ2	T48	II, AG15, ЭФ1, ЭФ2, БХ
T27—T33	II, AG9, ЭФ1, ЭФ2, БХ	T49, T50	II, AG16, ЭФ1, ЭФ2
T34	II, AG13, ЭФ1, ЭФ2	T51—T53	II, AG18, ЭФ1, ЭФ2, БХ
	II, AG14, ЭФ1, ЭФ2	T54	III, ЭФ1, ЭФ2, БХ
T35	II, AG10, ЭФ1		

Примечание. I, II, III — фракции, полученные при гель-фильтровании; AG 1—18 — фракции, полученные при ионообменной хроматографии; ЭФ1, ЭФ2 — высоковольтный электрофорез в соответствующих электролитах.

Таблица 2

Аминокислотный состав растворимых при pH 5,0 триптических пептидов каталазы *P. vitale*

Аминокис- лота	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Lys	0,9(1)	1,1(1)	2,0(2)	1,1(1)	—	1,2(1)	1,0(1)	—	—
His	—	0,5(1)	—	0,8(1)	—	—	—	—	—
Arg	—	—	—	—	1,8(2)	—	—	—	0,9(1)
Asp	15,0(15)	4,1(4)	1,1(1)	1,9(2)	2,1(2)	0,9(1)	1,0(1)	2,1(2)	2,0(2)
Thr	3,9(4)	4,1(4)	—	0,9(1)	—	—	0,9(1)	—	0,8(1)
Ser	4,8(5)	4,0(4)	1,7(2)	0,9(1)	—	1,1(1)	—	—	—
Glu	7,9(8)	1,8(2)	1,0(1)	1,2(1)	2,0(2)	0,9(1)	1,9(2)	1,0(1)	1,8(2)
Pro	—	0,8(1)	1,6(2)	1,0(1)	3,0(3)	0,7(1)	—	1,9(2)	1,0(1)
Gly	4,2(4)	5,2(5)	2,0(2)	1,8(2)	2,0(2)	1,3(1)	1,0(1)	1,9(2)	1,7(2)
Ala	12,6(13)	4,6(5)	3,9(4)	2,0(2)	—	2,6(3)	1,0(1)	0,9(1)	—
1/2 Cys	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Val	9,1(9)	1,0(1)	2,0(2)	0,9(1)	—	1,6(2)	1,0(1)	—	1,1(1)
Met	1,3(2)	—	—	—	—	—	—	1,0(1)	—
Ile	—	—	1,0(1)	0,9(1)	1,0(1)	0,6(1)	—	0,8(1)	—
Leu	2,1(2)	2,3(2)	2,0(2)	—	1,0(1)	1,3(1)	—	0,8(1)	1,8(2)
Tyr	2,5(3)	1,0(1)	—	0,6(1)	—	—	—	—	—
Phe	3,2(3)	1,8(2)	—	0,9(1)	0,9(1)	—	—	0,8(1)	1,0(1)
Trp	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	69	33	19	16	14	13	8	12	13

Аминокис- лота	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
Lys	0,8(1)	1,0(1)	0,9(1)	0,9(1)	1,0(1)	1,0(1)	0,9(1)	—	1,0(1)
His	—	—	—	—	—	—	—	0,9(1)	—
Arg	—	—	—	—	—	—	—	1,0(1)	—
Asp	1,0(1)	—	—	1,3(1)	—	—	—	3,2(3)	—
Thr	—	0,5(1)	—	0,8(1)	—	—	—	—	—
Ser	—	0,9(1)	—	1,1(1)	—	0,8(1)	—	—	—
Glu	—	—	—	1,2(1)	1,2(1)	—	1,1(1)	—	1,0(1)
Pro	—	—	—	—	—	1,6(2)	—	0,9(1)	—
Gly	1,2(1)	1,0(1)	2,1(2)	1,0(1)	1,7(2)	1,2(1)	2,0(2)	—	—
Ala	—	0,8(1)	0,9(1)	—	—	—	—	1,2(1)	—
1/2 Cys	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Val	—	—	1,1(1)	1,1(1)	—	—	—	—	—
Met	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ile	—	—	—	—	—	—	—	0,8(1)	—
Leu	2,0(2)	—	1,0(1)	—	1,0(1)	—	1,0(1)	—	—
Tyr	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phe	—	—	—	0,9(1)	—	—	—	—	—
Trp	—	—	—	—	+(1)	—	—	—	—
Всего	5	5	6	8	6	5	5	8	2

Аминокис- лота	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45
Lys	—	—	—	—	0,9(1)	1,1(1)	—	—	1,1(1)
His	—	—	—	—	—	—	0,9(1)	1,0(1)	—
Arg	1,0(1)	1,1(1)	0,9(1)	1,0(1)	—	—	1,0(1)	1,0(1)	—
Asp	—	—	2,1(2)	1,0(1)	2,2(2)	—	1,1(1)	—	—
Thr	—	0,9(1)	0,6(1)	—	—	—	1,0(1)	—	—
Ser	1,8(2)	1,9(2)	0,8(1)	—	0,8(1)	—	—	—	—
Glu	—	—	1,1(1)	1,0(1)	1,3(1)	—	—	—	—
Pro	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gly	—	0,9(1)	—	—	—	—	1,2(1)	—	—
Ala	—	0,9(1)	—	—	0,9(1)	1,0(1)	1,1(1)	—	—
1/2 Cys	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Val	1,0(1)	1,0(1)	—	—	1,1(1)	—	1,0(1)	—	1,0(1)
Met	—	—	—	0,7(1)	—	—	—	—	—
Ile	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leu	—	—	2,8(3)	1,0(1)	2,0(2)	1,0(1)	—	—	1,0(1)
Tyr	—	—	1,0(1)	—	—	—	—	—	—
Phe	—	0,8(1)	1,1(1)	—	1,1(1)	—	1,1(1)	—	—
Trp	—	—	—	—	+(1)	—	—	—	—
Всего	4	8	11	5	11	3	8	2	3

Amino acid composition of the *P. vitale* catalase soluble at pH 5,0 tryptic peptides

T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
—	—	1,1(1)	—	1,0(1)	1,0(1)	1,1(1)	—	1,1(1)
—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,3(1)	1,0(1)	—	1,1(1)	—	—	—	0,9(1)	—
—	—	0,7(1)	1,0(1)	2,0(2)	—	—	—	0,9(1)
—	3,1(3)	—	0,7(1)	0,9(1)	1,1(1)	2,1(2)	—	—
1,1(1)	3,0(3)	1,9(2)	—	0,8(1)	1,0(1)	0,9(1)	1,0(1)	—
—	—	2,1(2)	—	1,1(1)	3,3(3)	0,9(1)	—	—
—	1,9(2)	1,0(1)	0,9(1)	1,0(1)	—	1,0(1)	1,2(1)	—
1,0(1)	0,9(1)	—	2,0(2)	1,0(1)	1,0(1)	—	2,2(2)	—
—	—	—	—	—	2,2(2)	—	1,8(2)	—
0,9(1)	—	2,7(3)	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	1,2(1)	—	—	—
—	1,0(1)	1,4(2)	—	—	—	—	—	0,9(1)
—	1,0(1)	2,1(2)	—	—	—	—	0,9(1)	—
—	—	—	—	0,8(1)	—	—	—	—
0,8(1)	—	—	—	—	1,0(1)	1,0(1)	—	—
—	—	—	—	—	+(1)	—	—	—
5	13	14	7	9	12	7	8	3

T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36
1,0(1)	—	—	1,0(1)	—	—	—	1,0(1)	—
—	0,8(1)	1,0(1)	—	1,9(2)	0,9(1)	1,0(1)	—	2,0(2)
—	1,1(1)	—	2,3(2)	2,0(2)	—	—	—	0,5(1)
0,9(1)	—	—	0,8(1)	—	1,9(2)	1,0(1)	—	3,1(3)
—	—	—	—	—	—	—	—	1,3(1)
—	1,2(1)	1,0(1)	—	—	1,3(1)	1,0(1)	—	1,7(2)
1,0(1)	1,6(2)	1,0(1)	1,3(1)	—	1,1(1)	0,6(1)	—	1,4(1)
—	—	—	1,0(1)	—	—	1,0(1)	—	1,0(1)
—	—	—	—	0,9(1)	—	1,2(1)	1,0(1)	1,0(1)
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,9(1)	—	—	—	—	1,0(1)	0,8(1)
—	—	—	—	1,0(1)	0,8(1)	—	—	1,3(2)
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,0(1)	—	2,0(2)	—	—	—	—	0,7(1)
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1,7(2)	1,2(1)	1,1(1)	2,2(2)	—	2,0(2)
—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	6	4	10	7	7	8	3	18

T46	T47	T48	T49	T50	T51	T52	T53	T54
1,1(1)	—	—	—	—	—	—	—	0,9(1)
—	—	1,0(1)	—	—	0,8(1)	—	0,9(1)	0,9(1)
—	0,9(1)	1,0(1)	1,0(1)	1,0(1)	1,0(1)	1,0(1)	1,0(1)	—
—	1,1(1)	1,0(1)	—	—	1,2(1)	—	—	—
0,9(1)	—	—	—	—	0,8(1)	0,6(1)	—	—
—	—	—	—	—	—	0,5(1)	—	1,0(1)
—	—	1,1(1)	1,0(1)	1,0(1)	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1,0(1)	—
—	—	—	—	—	2,2(2)	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	1,8(2)	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1,0(1)	—	—	—	—
—	1,0(1)	—	1,0(1)	—	—	—	1,0(1)	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,9(1)	1,0(1)	—	—	2,0(2)	1,0(1)	0,8(1)	1,2(1)
—	—	—	—	—	—	—	—	+(1)
2	4	5	3	3	10	4	5	5

ного гидролиза [15]. Фракции I, III и фракции, полученные ионообменной хроматографией, разделяли с помощью высоковольтного электрофореза (ЭФ) и хроматографии (БХ) на бумаге FN 17 («Filtrak», ГДР). Электрофорез проводили в течение 1,5 ч при градиенте напряжения 40—60 В/см на приборе, сконструированном в Ин-те микробиологии и вирусологии АН УССР [16]. Электролиты для ЭФ и растворители для БХ описаны в работе [11].

Аминокислотный состав определяли на анализаторе аминокислот ААА-881 (ЧССР), как описано в [11]. Триптофан определяли реакцией Эрлиха [17].

Результаты и обсуждение. При растворении в уксусной кислоте лиофильно высушенного триптического гидролизата каталазы *P. vitale* образуется тонкая суспензия с рН 5,0. Удаленный центрифугированием нерастворившийся при рН 5,0 материал (фракция Тн) составил 60 % массы гидролизата.

Стадии получения индивидуальных пептидов из растворимой при рН 5,0 фракции приведены на рисунке и в табл. 1. Аминокислотные составы полученных пептидов приведены в табл. 2.

Таким образом, получено 54 пептида, насчитывающих 487 остатков аминокислот. Если предположить, что все пептиды представляют собой уникальные аминокислотные последовательности, то они способны перекрыть только 75 % полипептидной цепи каталазы. Недостающие аминокислотные последовательности могут быть представлены пептидами из фракции Тн. Для получения полного набора пептидов, способных перекрыть всю полипептидную цепь каталазы, необходимо разделить фракцию Тн триптического гидролизата.

TRYPTIC PEPTIDES OF *PENICILLIUM VITALE* CATALASE.

1. ISOLATION AND AMINO ACID COMPOSITION OF SOLUBLE PEPTIDES

*E. A. Kozlov, M. T. Kirilenko, T. L. Levitina, L. V. Gudkova,
R. G. Degtyar, E. V. Solodova*

Institute of Molecular Biology and Genetics,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev;
A. V. Palladin Institute of Biochemistry,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

Tryptic-peptides soluble in 0.2 M acetic acid were separated by Sephadex G-25 gel-filtration, AG 50X8 ion-exchange chromatography, high-voltage electrophoresis and paper chromatography. 54 peptides including 487 amino acid residues were isolated.

1. *Three-dimensional structure of the enzyme catalase* / В. К. Вайнштейн, В. Р. Мелик-Адамян, В. В. Барынин et al. // *Nature*.— 1981.— 292, N 1.— P. 411—412.
2. *Структура каталазы *Penicillium vitale** / В. К. Вайнштейн, В. Р. Мелик-Адамян, В. В. Барынин и др. // *Кристаллография*.— 1981.— 26, № 5.— С. 1003—1028.
3. *Исследование субъединичной структуры каталазы *Penicillium vitale** / Л. В. Гудкова, М. Т. Кириленко, Т. Л. Левитина, Э. А. Козлов // *Укр. биохим. журн.*— 1985.— 57, № 4.— С. 29—33.
4. *The complete amino acid sequence of bovine liver catalase and the partial sequence of bovine erythrocyte catalase* / W. A. Schroeder, J. R. Shelton, J. B. Shelton et al. // *Arch. Biochem. and Biophys.*— 1982.— 14, N 1.— P. 397—421.
5. *The partial amino acid sequence of human erythrocyte catalase* / W. A. Schroeder, J. R. Shelton, J. B. Shelton et al. // *Ibid.*— 1982.— 214, N 1.— P. 422—424.
6. *Реконструкция полипептидной цепи белка тел включений вируса ядерного полиэдроза тутового шелкопряда. Полная аминокислотная последовательность* / Э. А. Козлов, Т. Л. Левитина, М. С. Кацман и др. // *Биоорг. химия*.— 1978.— 4, № 8.— С. 1048—1053.
7. *Триптические пептиды белка тел включений вируса ядерного полиэдроса непарного шелкопряда, *Porthetria dispar** / Т. Л. Левитина, Э. А. Козлов, М. Н. Овандер, С. Б. Серебряный // *Там же*.— 1981.— 7, № 7.— С. 985—995.
8. *Триптические пептиды белка тел включений вируса ядерного полиэдроса большой вошинной моли, *Galleria mellonella** / Н. М. Гусак, Э. А. Козлов, М. Н. Овандер, С. Б. Серебряный // *Там же*.— С. 996—1007.
9. *Козлов Э. А., Серебряный С. Б.* Строение некоторых триптических пептидов полиэдрина вируса ядерного полиэдроса капустной совки, *Mamestra brassicae* // *Биополимеры и клетка*.— 1985.— 1, № 4.— С. 194—198.

10. *Строение* триптических пептидов полиэдрина вируса ядерного полиэдроса озимой совки, *Agrotis segetum* / Н. М. Гусак, Э. А. Козлов, Н. В. Роднин, С. Б. Серебряный // Там же.— № 6.— С. 312—317.
11. *Строение* некоторых триптических пептидов гранулина вируса гранулеза озимой совки, *Agrotis segetum* / Т. Л. Левитина, С. Б. Серебряный, Н. В. Роднин, Э. А. Козлов // Там же.— 1986.— 2, № 1.— С. 30—35.
12. *Строение* некоторых хитотриптических пептидов гранулина вируса гранулеза озимой совки, *Agrotis segetum* / Т. Л. Левитина, Н. В. Роднин, С. Б. Серебряный, Э. А. Козлов // Там же.— № 2.— С. 73—81.
13. *Сравнение* аминокислотных последовательностей белков тел включений вирусов ядерного полиэдроса тутового, непарного шелкопряда и большой воцниной моли / Э. А. Козлов, Т. Л. Левитина, Н. М. Гусак и др. // Биоорг. химия.— 1981.— 7, № 7.— С. 1008—1015.
14. *Серусодержащие* аминокислоты полиэдренного белка вируса желтухи тутового шелкопряда / С. Б. Серебряный, В. М. Кавсан, В. К. Кибирев, М. С. Кацман // Химия природ. соединений.— 1986.— № 3.— С. 174—178.
15. Moor S., Stein N. H. A modified ninhydrin reagent for the photometric determination of amino acids related compounds // J. Biol. Chem.— 1954.— 211, N 2.— P. 907—913.
16. Кавсан В. М., Мороз Л. В., Серебряный С. Б. Приспособление для горизонтального высоковольтного электрофореза на бумаге упрощенной конструкции // Укр. биохим. журн.— 1986.— 40, № 1.— С. 104—106.
17. Eastly C. W. Combination of specific colour reactions useful in the peptide mapping techniques // Biochim. et biophys. acta.— 1965.— 107, N 2.— P. 386—388.

Ин-т молекуляр. биологии и генетики АН УССР,
Киев
Ин-т биохимии АН УССР им. А. В. Палладина,
Киев

Получено 27.02.86

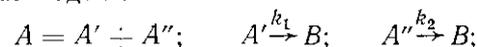
УДК 577.3.001.57

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТ СКОРОСТИ НЕКОТОРЫХ БИЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

С. А. Бобровник

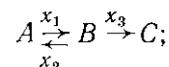
Изучение механизмов биологических процессов обычно невозможно без проведения исследований кинетики превращения веществ, участвующих в этих процессах. Характерной особенностью кривых кинетики многих биологических процессов является то, что в полулогарифмической системе координат они хорошо аппроксимируются двумя прямыми, пересекающимися под определенным углом, т. е. являются биэкспоненциальными. К примеру, биэкспоненциальный вид имеют кривые кинетики гибридизации ДНК на фильтрах [1], адсорбции многих вирусов на клетках хозяина [2—4], термоинактивации антител [5] и многие другие. Подобный вид кинетических кривых может быть обусловлен различными причинами: гетерогенностью реагирующих компонентов, обратимостью отдельных стадий реакции, многоступенчатостью процесса и т. д. Рассмотрим несколько моделей, описывающих такие реакции:

1) гетерогенная модель:



($k_1 \neq k_2$), где вещество A состоит из смеси двух видов молекул или частиц A' и A'' , превращающихся в B с различными скоростями;

2) последовательная модель:



здесь исходное вещество A обратимо превращается в B , которое в свою очередь может необратимо превращаться в C ;

3) конкурентная модель:

